

RUTH MARIA BIANCHINI DE QUADROS

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL EM PLANTIOS DE  
*Eucalyptus grandis*, EM DIFERENTES SOLOS,  
NO ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais, área de concentração em Silvicultura, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Antonio Francisco Jurado Bellote

CURITIBA  
1996

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**P A R E C E R**

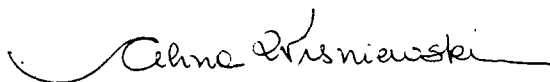
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **RUTH MARIA BIANCHINI DE QUADROS**, sob o título "**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE *Eucalyptus grandis*, EM DIFERENTES SOLOS, NO ESTADO DE SÃO PAULO**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **SILVICULTURA**.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, com média final: ( *9,63* ), correspondente ao conceito: ( *A* ).


Curitiba, 06 de setembro de 1996



Pesq. M.Sc. Pedro Jorge Fasolo  
Primeiro Examinador  
EMBRAPA



Profa. Dra. Celina Wisniewski  
Segunda Examinadora  
UFPR



Prof. Dr. Antônio Francisco Jurado Bellote  
Orientador e Presidente da Banca  
UFPR



*Vida é consciência, e consciência é vida!*  
*Deepak Chopra*

*Ao meu sonho de um sistema diferente.*

DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

A CAPES e ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela bolsa de estudos concedida e ao CNPq, pelo apoio.

Ao Dr. Antonio Franciso Jurado Bellote pela oportunidade de pesquisa e orientação.

Ao Dr. Helton Damin da Silva pela amizade e confiança depositada.

A EMBRAPA-Florestas, pela oportunidade de realização da pesquisa, através do projeto número 08.094.502 - “Desenvolvimento de Técnicas Silviculturais de Sustentabilidade Econômicas e Ecológicas de Sistemas de Produção Florestal”.

Ao Engenheiro Florestal M. Sc. Luiz Moro, da Empresa Champion Papel e Celulose e aos Engenheiros Florestais Silas Zen e José Luiz Gava, da Companhia Suzano de Papel e Celulose, pela oportunidade e auxílio para a realização deste trabalho.

A Jacir e Roberto da EMBRAPA-Florestas, pelo profissionalismo, iniciativa, dedicação e incomparável auxílio prestado durante a fase de campo.

Ao Engenheiro Florestal Robson e a equipe formada pelos Técnicos Marco Aurélio, Jair, Antonio Carlos, Lucas, Cícero, Pedro e Nilson da Empresa Champion Papel e Celulose e à equipe formada pelos Técnicos Marcos, Marcial, Valdemar, Valdecir, Conrado, Joel, Adilson e Gilson da Companhia Suzano de Papel e Celulose, que não mediram esforços para viabilizar e cooperar na coleta de amostras em tempo ábil.

Aos Professores do Curso de Estatística da UFPR, Dr. Jair Mendes Marques e M. Sc. Paulo Justiniano Ribeiro Jr. e ao amigo Etelvino Novotny, pelo auxílio na análise estatística multivariada.

Aos Engenheiros Agrônomos, da EMBRAPA-Florestas, M. Sc. Itamar Bognola e M. Sc. Alcides Cardoso, pela classificação dos solos e, acima de tudo, pelo profissionalismo e amizade adquirida.

Aos Professores Albino Ramos, Antonio Carlos Vargas Motta, Emerson Camargo Carneiro e João Thomaz Bianchini e a Bibliotecária Liliana Luisa Pizzolato, pela valiosa contribuição e tempo dispendidos no aprimoramento desta dissertação.

Aos Professores Arthur Santos Filho e Carlos Bruno Reissmann, membros do comitê de orientação, pelas contribuições e pela possibilidade de realização das análises de laboratório, no Departamento de Solos, da UFPR.

Aos Técnicos Aldair e Rui, do Departamento de Solos, da UFPR, e Adilson, Luiz Carlos, Dias e Onécimo, da EMBRAPA-Florestas, pelo auxílio na interpretação das metodologias de análises de laboratório.

Aos funcionários da Biblioteca do Setor de Ciências Agrárias, Agrinaldo, Evelyn, Doroti, Liliana, Márcia e Vera pela eficiência e auxílio em todo o período da graduação e pós-graduação.

A todos que passaram por minha vida, de Deus aos meus meus “inimigos”, pelos ensinamentos apreendidos.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>XIII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XIV</b>
<b><u>1 INTRODUÇÃO</u> .....</b>	<b>1</b>
<b><u>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u> .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL .....</b>	<b>3</b>
2.1.1 ANÁLISE FOLIAR .....	3
2.1.1.1 Sintomas Visíveis .....	4
2.1.1.2 Nível Crítico e Faixa Crítica de Elementos Químicos .....	5
2.1.1.3 Relação entre Elementos Químicos .....	6
2.1.1.4 Interação entre Elementos Químicos .....	9
2.1.2 ANÁLISE DE SOLO .....	11
2.1.2.1 Propriedades Químicas dos Solos .....	13
2.1.2.2 Características Físicas e Morfológicas dos Solos .....	18
2.1.3 HORIZONTES ORGÂNICOS .....	19
<b>2.2 IMPLICAÇÕES EDÁFICAS E CLIMÁTICAS NO DESENVOLVIMENTO DO</b>	
<b><i>E. grandis</i> .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3 NECESSIDADES NUTRICIONAIS DO <i>E. grandis</i> .....</b>	<b>25</b>
<b><u>3 DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA</u> .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 CLIMA .....</b>	<b>27</b>
3.1.1 ASPECTOS RELATIVOS AO CLIMA NOS MUNICÍPIOS PERTENCEN-	
TES ÀS REGIÕES ADMINISTRATIVAS 1, 3 E 4 .....	28

3.1.2 ASPECTOS RELATIVOS AO CLIMA NOS MUNICÍPIOS PERTENCENTES ÀS REGIÕES ADMINISTRATIVAS 5 E 6 .....	29
<b>3.2 GEOLOGIA E MATERIAL DE ORIGEM .....</b>	<b>29</b>
<b>3.3 COBERTURA VEGETAL .....</b>	<b>31</b>
3.3.1 SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATURAL E DOS REFLORESTAMENTOS NAS REGIÕES ADMINISTRATIVAS 1 E 3 .....	32
3.3.1.1 Vegetação Anterior ao Reflorestamento .....	33
3.3.2 SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATURAL E DOS REFLORESTAMENTOS NAS REGIÕES ADMINISTRATIVAS 4, 5 E 6 .....	33
3.3.2.1 Vegetação Anterior ao Reflorestamento .....	34
<b>3.4 TRATOS CULTURAIS .....</b>	<b>35</b>
<b><u>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</u></b>	<b><u>37</u></b>
<b>4.1 SELEÇÃO DOS TALHÕES .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 DEMARCAÇÃO DAS PARCELAS .....</b>	<b>39</b>
<b>4.3 VARIÁVEIS ANALISADAS .....</b>	<b>39</b>
4.3.1 IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL .....	39
4.3.2 ÁRVORE DOMINANTE .....	40
4.3.3 AMOSTRAGEM DAS FOLHAS .....	40
4.3.4 COLETA DO SOLO .....	40
4.3.5 CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS .....	41
4.3.6 AMOSTRAGEM DOS HORIZONTES ORGÂNICOS .....	41
<b>4.4 ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS .....</b>	<b>41</b>



4.4.1	ANÁLISES QUÍMICAS DAS FOLHAS E DOS HORIZONTES ORGÂNICOS	42
4.4.2	ANÁLISES QUÍMICAS E GRANULOMÉTRICAS DO SOLO .....	42
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	43
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	45
5.1	CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS .....	45
5.2	ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO .....	46
5.2.1	INFLUÊNCIA DO MATERIAL DE ORIGEM, DA VEGETAÇÃO NATURAL, DO CLIMA E DOS SOLOS, NO CRESCIMENTO DO <i>E. grandis</i> .....	46
5.2.2	ELEMENTOS QUÍMICOS NAS FOLHAS E NOS HORIZONTES ORGÂ- NICOS L <sub>n</sub> E L <sub>v</sub> , EM PLANTIOS DE <i>E. grandis</i> .....	63
5.2.2.1	Teores de Elementos Químicos das Folhas .....	63
5.2.2.2	Descrição dos Horizontes Orgânicos L <sub>n</sub> e L <sub>v</sub> .....	69
5.2.2.3	Teores dos Elementos Químicos no Horizonte Orgânico L <sub>n</sub> .....	70
5.2.2.4	Teores dos Elementos Químicos no Horizonte Orgânico L <sub>v</sub> .....	76
5.2.3	UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE DE FATORES PARA INTERPRETAÇÃO DAS ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS REALIZADAS .....	80
5.2.3.1	Grupo Produção .....	81
5.2.3.2	Grupo Solo .....	82
5.2.3.3	Grupo Foliar .....	87
5.2.4	UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE DE REGRESSÃO E ANÁLISE DE FATORES NA AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DO <i>E. grandis</i> .....	92
6	<b>CONCLUSÕES</b> .....	97
	<b>ANEXOS</b> .....	98
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	143

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Al	Alumínio
ALT	ARM do mês em questão menos o ARM do mês anterior
AQ	Areia Quartzosa
ARM	Capacidade de Armazenamento Hídrico
B	Boro
C	Carbono
Ca	Cálcio
C <sub>d</sub>	Cambissolo distrófico
CAP	Circunferência à Altura do Peito
CORR	Evapotranspiração corrigida
Cu	Cobre
DEF	Déficit hídrico
EP	Evapotranspiração potencial mensal
EP/nc	Evapotranspiração potencial/não corrigida
ER	Evapotranspiração Real
EXC	Excesso hídrico
Fe	Ferro
HDOM	Altura dominante
K	Potássio
LE	Latossolo Vermelho-Escuro textura média, argilosa e muito argilosa
LE <sup>1</sup>	Latossolo Vermelho-Escuro textura média
LE <sup>2</sup>	Latossolo Vermelho-Escuro textura argilosa e muito argilosa
LV	Latossolo Vermelho-Amarelo
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
N	Nitrogênio
NAC	P <sub>t</sub> - EP
P	Fósforo

P <sub>t</sub>	Precipitação mensal total
PV	Podzólico Vermelho-Amarelo
RA	Região Administrativa
VOL	Volume comercial com casca
Zn	Zinco

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COLUNA ESTRATIGRÁFICA NOS LOCAIS DE COLETA .....	30
TABELA 2 - TRATOS CULTURAIS REALIZADOS NOS LOCAIS DE AMOSTRA- GEM A PARTIR DO PLANTIO .....	35
TABELA 3 - VALORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% DAS VARIÁ- VEIS DETERMINADAS, POR CLASSE DE SOLO E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), EM PLANTIOS DE <i>E. grandis</i> .....	47
TABELA 4 - VEGETAÇÃO NATURAL, MATERIAL DE ORIGEM, CLIMA, TIPO DE HORIZONTE A, PREDOMINANTES NAS CLASSES DE SOLO ESTUDADAS .....	48
TABELA 5 - TEORES MÉDIOS DE N, K <sup>+</sup> , P, C, Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> , Na <sup>+</sup> , Al <sup>+3</sup> e H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS POR CLASSE DE SOLO E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), EM PLANTIOS DE <i>E. grandis</i> .....	51
TABELA 6 - VALORES MÉDIOS DE pH, CTC EFETIVA, S.B., m% e V% NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS POR CLASSE DE SOLO E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), EM PLANTIOS DE <i>E. grandis</i> .....	56
TABELA 7 - RELAÇÕES Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> /K <sup>+</sup> e C/N NAS DIFERENTES PROFUNDIDA- DES AVALIADAS POR CLASSE DE SOLO E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), EM PLANTIOS DE <i>E. grandis</i> .....	59
TABELA 8 - TEORES MÉDIOS DE ARGILA, SILTE, AREIA GROSSA E AREIA FINA NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS POR CLASSE DE SOLO E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), EM PLANTIOS DE <i>E. grandis</i> .....	61
TABELA 9 - TEORES MÉDIOS DE N, P, K, Ca, Mg e C, POR CLASSE DE SOLO E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), DETERMINADOS NAS FOLHAS DE <i>E. grandis</i> .....	64

TABELA 10 -	TEORES MÉDIOS DE Fe, Mn, Cu, Zn e B, POR CLASSE DE SOLO E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), DETERMINADOS NAS FOLHAS DE <i>E. grandis</i> .....	66
TABELA 11 -	COMPARAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE N, P, K, Ca, Mg e C NO HORIZONTE ORGÂNICO L <sub>n</sub> COM OS TEORES MÉDIOS NAS FOLHAS DE <i>E. grandis</i> , POR CLASSE DE SOLO .....	71
TABELA 12 -	COMPARAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE Fe, Mn, Cu, Zn e B NO HORIZONTE ORGÂNICO L <sub>n</sub> COM OS TEORES MÉDIOS NAS FOLHAS DE <i>E. grandis</i> , POR CLASSE DE SOLO .....	74
TABELA 13 -	COMPARAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE N, P, K, Ca, Mg e C NO HORIZONTE ORGÂNICO L <sub>v</sub> COM OS TEORES MÉDIOS NO HORIZONTE ORGÂNICO L <sub>n</sub> DE <i>E. grandis</i> , POR CLASSE DE SOLO .....	77
TABELA 14 -	COMPARAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE Fe, Mn, Cu, Zn, B E Al NO HORIZONTE ORGÂNICO L <sub>v</sub> COM OS TEORES MÉDIOS NO HORIZONTE ORGÂNICO L <sub>n</sub> DE <i>E. grandis</i> , POR CLASSE DE SOLO .....	79
TABELA 15 -	ESTRUTURA DO FATOR, COMUNALIDADES E VARIÂNCIAS EXPLICADAS PARA CADA FATOR, COMPOSTO PELOS PARÂMETROS DE PRODUÇÃO, MEDIDOS .....	82
TABELA 16 -	ESTRUTURA DO FATOR, COMUNALIDADES E VARIÂNCIAS EXPLICADAS PARA CADA FATOR, COMPOSTO PELOS ELEMENTOS QUÍMICOS E PROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICAS, DOS SOLOS .....	83
TABELA 17 -	ESTRUTURA DO FATOR, COMUNALIDADES E VARIÂNCIAS EXPLICADAS PARA CADA FATOR, COMPOSTO PELOS ELEMENTOS QUÍMICOS DETERMINADOS NAS FOLHAS E NO HORIZONTE ORGÂNICO L <sub>n</sub> .....	88
TABELA 18 -	REGRESSÕES ENTRE O FATOR MADEIRA (VARIÁVEL DEPENDENTE) E OS FATORES SOLO E FOLIAR (VARIÁVEIS INDEPENDENTES) .....	93

## RESUMO

Foi feito o diagnóstico nutricional em povoamentos de *E. grandis* localizados em 56 talhões, no Estado de São Paulo. Para isto, foram demarcadas 151 parcelas de 300 m<sup>2</sup>, onde mediu-se a altura total, o CAP, o diâmetro e altura de copa verde e calculou-se o volume com casca, de 3 árvores dominantes por parcela. Para a realização do diagnóstico nutricional, foram feitas coletas de folhas maduras da copa, dos horizontes orgânicos L<sub>n</sub> e L<sub>v</sub> e do solo em 4 profundidades: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm. Pode-se separar o crescimento do *E. grandis* em dois grupos, em relação as características físicas dos solos. No 1º grupo, onde os teores médios de argila não ultrapassaram 18%, o crescimento médio variou de 16,5 m a 18,2 m. Neste grupo, os solos predominantes são Areia Quartzosa, Latossolo Vermelho Amarelo, textura média e Latossolo Vermelho-Escuro, textura média. No 2º grupo, onde os teores médios de argila foram superiores a 25%, o crescimento médio variou de 19,9 m a 20,6 m. Neste grupo, os solos predominantes são Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa e muito argilosa, Podzólico Vermelho-Amarelo, textura média/argilosa e argilosa/muito argilosa, Cambissolo e Cambissolo Podzólico, textura média e argilosa. Observou-se uma grande diminuição dos teores de P e K nos horizontes orgânicos L<sub>n</sub> e L<sub>v</sub> em relação aos teores determinados nas folhas. E, com respeito as propriedades químicas dos solos, constatou-se que a amostragem do solo até a profundidade de 10 cm caracterizou melhor a fertilidade do solo e a ciclagem de nutrientes.

## ABSTRACT

The nutritional status of 56 stands of *Eucalyptus grandis* growing in different soil types was evaluated in the State of São Paulo-Brazil. In each of 151 experimental plots with 300 m<sup>2</sup>, total tree height, crown height, circumference at breast height (CBH) and stem diameter were measured and the volume of three dominant trees was estimated. Samples of mature crown leaves and organic horizons ( $L_n$  and  $L_v$ ) were analysed for macro, micro nutrient and Al content. Soil samples at four depths (0-5, 5-10, 10-20 and 20-30 cm) were submitted to routine chemical and physical analysis. Growth of *E. grandis* was separated in two different groups according to soil granulometry. In the first group were included all, soils with less than 18% of clay, where tree height varied from 16,5 to 18,2 m. The predominant soils in this group were Entisols (Quartzipsamments) and Oxisols (Hapludox). In the second group were included all soil with average clay content higher than 25% where tree height was between 19,9 and 20,6 m. The predominant soil were Oxisols (Hapludox), Inceptisols (Dystrochrepts) and Ultisols (Hapludults). A great decrease in P and K content of the organic horizons in relation to their content in the green leaves was observed in all stands. Soil fertility and nutrient cycling was better characterized by sampling the soil down to the depth of 10 cm.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil detém a maior área plantada de *Eucalyptus spp* do mundo, sendo que o Estado de São Paulo é a região onde este gênero encontrou melhores condições de adaptação. Os plantios de *Eucalyptus spp* no Estado de São Paulo são utilizados, principalmente, para a produção de papel e celulose, sendo que o *Eucalyptus grandis* é a espécie que produz melhor fibra e é, também a espécie mais plantada neste Estado.

Embora, o *Eucalyptus grandis* seja uma espécie de rápido crescimento e apresente retorno a curto prazo para as empresas reflorestadoras, o seu crescimento é muito variável. Devido à necessidade de conhecer os principais fatores que interferem no crescimento florestal para aplicação de técnicas de manejo adequadas e, dessa maneira, manter ou aumentar a produtividade das áreas reflorestadas, uma técnica comumente usada é a diagnose nutricional.

O objetivo da diagnose nutricional é conhecer que nutriente ou nutrientes limitam o crescimento. Para esse propósito, diversas variáveis químicas e físicas são determinadas, tanto nos órgãos da planta, como no solo.

Como as pesquisas no âmbito nutricional vêm sendo constantemente aperfeiçoadas, a interpretação das análises é feita por diversos métodos, como: sintomas visuais, nível crítico, faixa crítica, relação e interação nutricional.

A maioria dos autores, limita-se a usar os métodos do nível crítico e faixa crítica de nutrientes para a interpretação dos teores químicos de macro e micronutrientes das folhas, muitas vezes, sem levar em consideração a interferência das características químicas e físicas dos solos no crescimento. E, em muitos trabalhos, devido não só às limitações que esses métodos apresentam, como também aos aspectos ambientais que não foram abordados, nem sempre se consegue atingir os objetivos esperados.

Além das limitações inerentes aos próprios métodos de diagnóstico, a dificuldade em acertar no prognóstico deve-se, ainda, a outras causas, tais como: à dificuldade em analisar os fatores que interferem na oferta e absorção de elementos químicos essenciais e não essenciais; ao clima (temperatura e precipitação); ao tipo e manejo do solo; à ação de organismos; ao manejo cultural e silvicultural.

Observa-se de uma maneira geral, que no Brasil os trabalhos referentes a silvicultura de espécies florestais, tanto exóticas como nativas, estão apenas no início, mas nota-se um notável



interesse no estudo das características químicas e físicas dos solos, bem como com respeito aos aspectos climáticos, para auxiliar no diagnóstico nutricional.

Neste trabalho, estudou-se a interação nutricional por meio da análise de fatores, a qual possui muitas vantagens sobre os demais métodos, principalmente pelo fato de diminuir o número de variáveis, tornando a interpretação mais consistente.

Embora, a análise de fatores, seja um método ainda pouco usado na área florestal, o seu uso vem demonstrando bons resultados em outras áreas, demonstrando que o uso de técnicas de análise multivariada é uma tendência global.

Partindo-se da hipótese que algumas das causas da variabilidade do crescimento do *E. grandis*, no Estado de São Paulo, sejam devidas aos fatores nutricionais ligados à classe de solo, este trabalho teve como objetivos:

- a) avaliar a influência das características químicas e físicas dos solos no crescimento do *E. grandis*;
- b) comparar os teores químicos de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B e Al nas folhas com os teores determinados nos horizontes orgânicos L<sub>n</sub> e L<sub>v</sub>;
- c) aplicar a análise de fatores, conjuntamente com a análise de regressão, para analisar a influência das propriedades físicas e químicas dos solos e dos elementos químicos das folhas maduras da copa e do horizonte orgânico L<sub>n</sub>, no crescimento de *E. grandis*;
- d) propor uma interpretação para os fatores gerados pela análise de fatores.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL**

Neste capítulo, serão abordadas as vantagens e desvantagens dos principais métodos de interpretação usados no diagnóstico nutricional.

#### **2.1.1 ANÁLISE FOLIAR**

A análise foliar é uma técnica de diagnóstico do estado nutricional de plantas, usada desde o início desse século (LAGATU e MAUME, 1934) e, dessa maneira, muitos dos fatores que interferem na sua determinação, já foram estudados.

Quanto à importância da idade das folhas, no diagnóstico nutricional, muitos autores já determinaram as variações que ocorrem a nível de nutrientes, nos estágios de seu desenvolvimento. Alguns trabalhos, referentes a esse assunto, foram feitos por BALLARD e PETRIE<sup>1</sup>, 1963 citados por HILL, 1980, p. 408; LAMB, 1976; SHÖNAU, 1981; SMITH; WARING e PERRY, 1981; CHAPIN e KEDROWSKI, 1983; WARING e SCHLESINGER, 1985; MILLER, 1981; MILLER, 1989; BELLOTE, 1990; VETTORAZZO; POGGIANI e SCHUMACHER, 1993.

BALLARD e PETRIE<sup>1</sup> (1963), citados por HILL (1980), definiram três estágios na vida vegetativa da folha: folha (i) adolescente - um período de crescimento, (ii) madura - um período de peso constante, depois de cessado o crescimento, (iii) senescente - um período de declínio em peso e desorganização interna.

Nas folhas de brotações (jovens ou adolescentes), os tecidos têm, freqüentemente, altas concentrações de N, P e K. Nas folhas maduras, essas concentrações diminuem e as concentrações de Ca (MILLER, 1989), Mg e Fe aumentam (CHAPIN e KEDROWSKI, 1983).

---

<sup>1</sup> BALLARD, L.A.T.; PETRIE, A.H.K. Physiological ontogeny in plants and its relation to nutrition. I. The effect of nitrogen supply on the growth of the plant and its parts. *Aust. J. Exp. Bio. Med. Sci.*, v. 14, p. 135-163, 1963

Padrões típicos de mudanças no conteúdo de nutrientes nas folhas, com o aumento da idade, são descritos para os nutrientes móveis, como N, P, K (HILL, 1980; MENGEL e KIRKBY, 1987) e Mg (MENGEL e KIRKBY, 1987); imóveis, como Ca e B (CLARKSON e HANSON, 1980; HILL, 1980; MORTVEDT; GIORDANO e LINDSAY, 1983; FERRI, 1985; MENGEL e KIRKBY, 1987) e de mobilidade variável, como Cu, Zn, Mn, Fe e S (HILL, 1980). Ao contrário de HILL (1980), MENGEL e KIRKBY (1987) consideram o Fe um elemento imóvel.

Com base nesses fatos, pode-se esperar que mudanças, nos teores de nutrientes, ocorram durante o período vegetativo das folhas. Essas mudanças influenciam no seu peso por unidade de área, o qual pode aumentar até 50% durante a estação de crescimento e declinar na folha senescente (SMITH; WARING e PERRY, 1981),

A partir dessas considerações, fica claro que os resultados da pesquisa podem ser comprometidos, se forem coletadas folhas em diferentes estágios de desenvolvimento. E dessa maneira, deve-se padronizar o tipo de folha e a época de coleta, bem como a idade da planta, para que essa coleta seja representativa. LAMB (1976) comenta que o método de amostragem foliar é crítico, para o sucesso do uso da técnica da avaliação nutricional. Devendo-se, dessa maneira, especificar a posição de amostragem, a idade foliar e a época do ano em que a amostragem foi realizada.

Especificamente para *E. grandis*, SHONÄU (1981) e BELLOTE (1990) definiram o tipo de folha, a idade da planta e a época de amostragem.

Após definidos os aspectos referentes às técnicas de amostragem foliar, deve-se ainda escolher qual o método mais adequado, para a interpretação dos resultados. Nos itens seguintes, serão demonstrados os principais métodos de análise e suas respectivas vantagens e desvantagens.

#### 2.1.1.1 Sintomas Visíveis

Como regra, desordens nutricionais que inibem o crescimento e produção não são caracterizadas por sintomas visíveis específicos. Os sintomas tornam-se claramente visíveis quando a deficiência já diminuiu a taxa de crescimento e a produção (MARSCHNER, 1995).

O método baseado em sintomas visuais, apresenta desvantagens, quando:

a) mais que um nutriente é deficiente e/ou quando há deficiência de um e toxidez de outro;

b) ocorrem doenças e sintomas causados por injúrias mecânicas (MARSCHNER, 1995).

Na maioria dos casos, a diagnose visual é uma base insuficiente para fazer recomendações de adubações (MARSCHNER, 1995). De acordo com WALLACE (1961), esse método deve ser usado como auxiliar a outros métodos de diagnóstico.

#### 2.1.1.2 Nível Crítico e Faixa Crítica de Elementos Químicos

O conceito de nível crítico é muito usado, sendo definido como o nível de um nutriente abaixo do qual pode ser esperada resposta à adubação (MEAD, 1989). Algumas vezes, é definido como o ponto ótimo, na curva do nível nutricional vs crescimento ou, alternativamente, onde há um declínio significativo (10%) no crescimento (ULRICH e HILLS<sup>2</sup>, 1967, citados por MEAD, 1989, p. 273).

O método do valor crítico pode ser usado para fazer diagnoses precisas, no entanto, apresenta algumas desvantagens, como:

- a) valores de nutrientes críticos variam com a concentração de outros nutrientes;
- b) valores críticos variam com a idade;
- c) não diagnostica qual nutriente é mais limitante quando dois ou mais são simultaneamente limitantes (HALLMARK et al., 1987);
- d) difere com o parâmetro de crescimento usado (MILLER; MILLER e LOOPER, 1981).

Outro complicador dessa análise, é que seus resultados são difíceis de explicar e os conceitos de consumo de luxo, efeito de diluição, concentração, antagonismo e sinergismo (ARMSON<sup>3</sup>, 1977 citado por SCHUTZ e VILLIERS, 1987, p.6) nem sempre ajudam na interpretação.

Para minimizar as desvantagens do método do valor crítico, SUMNER (1979) argumenta que três medidas devem ser adotadas:

- a) estabelecer grupos de valores críticos para diferentes estágios de crescimento;
- b) monitorar o acúmulo de matéria seca com a idade;
- c) considerar limites de concentrações que indiquem níveis baixo, médio e adequados.

<sup>2</sup> ULRICH, A.; HILLS, F.J. In "Soil Testing and Plant Analysis", Part II. Madison : SSSA **Special Publi. Soil Sci. Soc. Am.**, 1967. p. 11 - 24

<sup>3</sup> ARMSON, K.A.. **Forest Soils**. University of Toronto : Press, 1977. 390 p.

DOW e ROBERTS (1982) são a favor de uma faixa crítica de nutrientes, ao invés de uma concentração crítica, uma vez que é difícil estabelecer, experimentalmente, um ponto ou um único valor, que possa variar sob diferentes condições.

No entanto, embora uma faixa crítica de nutrientes seja proposta para melhorar a flexibilidade no diagnóstico, ela pode diminuir sua precisão, se os limites forem amplos (SUMNER, 1979).

Estudos de nutrição em *Eucalyptus sp.*, com base na concentração de nutrientes nas folhas são muito utilizados (HAAG et al., 1961; LACEY; LEAF e TALLI, 1966; HAAG et al., 1976; LAMB, 1976; BELLOTE, 1979; NOVAIS; REGO e GOMES, 1980; SHÖNAU e HERBERT, 1981; BARROS et al., 1982; LAMBERT e TURNER, 1983; SILVA, 1983; WARD et al., 1985; BARROS et al., 1986; NOVAIS; BARROS e NEVES, 1986; FERREIRA, 1989; TEIXEIRA et al., 1989; VETTORAZZO, 1989; BELLOTE, 1990; BARROS et al., 1992; BELLOTE e FERREIRA, 1993; VALERI; AGUIAR e CORRADINI, 1993; BELLOTE et al., 1995; BELLOTE e FERREIRA, 1995). No entanto, muitos destes autores citam as dificuldades em fazer o diagnóstico nutricional com base apenas nas concentrações de nutrientes.

#### 2.1.1.3 Relação Entre Elementos Químicos

O máximo efeito de um nutriente, em particular, só pode ser alcançado se o suprimento dos outros nutrientes estiverem adequados (MENGEL e KIRKBY, 1987). Esse conceito é a base de outra forma de análise nutricional, que leva em consideração a relação entre nutrientes. Esse método vem suprir desvantagens do método do valor crítico, já que aquele é incapaz de revelar balanços, excessos ou ordem de necessidade de nutrientes (SUMNER e BEAUFILIS<sup>4</sup>, 1975 citados por SCHUTZ e VILLIERS, 1987, p. 6).

O método parte do princípio que a quantidade de cátions dentro da planta é relativamente constante e, dessa forma, o aumento da absorção de um cátion frequentemente leva a diminuição de outro (s). Esse fenômeno é conhecido como antagonismo e o inverso, sinergismo (MENGEL e KIRKBY, 1987). No entanto, o mecanismo regulador do estado iônico da planta permanece desconhecido (KOLEK e HOLOBRADÁ, 1992).

<sup>4</sup> SUMNER, M.E.; BEAUFILIS, E.P. Diagnosis of the NPK requirements of sugarcane irrespective of plant age and season using Beaufile's system (DRIS) - preliminary observations. **Proc. S. African Sugar Techn. Asscn.**, p.1-5, 1975

A relação entre os nutrientes em *Eucalyptus sp* foi estudada, entre outros autores, por SCHÖNAU e HERBERT, 1981; INGESTAD<sup>5</sup>, 1982, citado por REIS e REIS, 1993, p. 166; MALAVOLTA, VITTI e OLIVEIRA, 1989; HERBERT e SCHÖNAU, 1989; VETTORIZZO, 1989; FERREIRA, 1989; SILVA, et al., 1993; SILVEIRA et al. 1995a.

A maior desvantagem desse método de avaliação é a perda do conhecimento do teor dos elementos químicos, no solo e na planta (ROMERO, 1987). Deve-se ter cautela, também, com a interpretação do resultado de uma relação, pois três possibilidades podem ocorrer (TISDALE et al., 1993). Por exemplo, a relação N/P está num nível ótimo, quando:

- a) ambos (numerador e denominador) estão num nível ótimo;
- b) ambos estão em excesso;
- c) ambos são deficientes.

Dessa maneira, não é possível, numa relação apenas entre dois elementos detectar, quais das possibilidades representam a situação da planta. Tudo que se pode dizer é que eles estão num relativo balanço (SCHUTZ e VILLIERS, 1987).

Para TISDALE et al (1993), quando a razão nutritiva está ótima, a produção máxima ocorre, a menos que outro fator seja limitante. Quando a relação é baixa, a resposta do nutriente do numerador será obtida, se ele for limitante. Se o nutriente do numerador for excessivo, a resposta pode, ou não, ocorrer. Quando a relação é alta, o inverso é verdadeiro.

Uma das maneiras de analisar o balanço entre os nutrientes a fim de superar as limitações do método do valor crítico e, também, o balanço isolado de certos nutrientes, foi desenvolvida por BEAUFILIS<sup>6</sup> (1973), citado por HALLMARK et al (1987, p. 1382) denominada de DRIS - Sistema Integrado de Recomendação e Diagnose.

Na precisão da diagnose de deficiência, o DRIS minimiza o efeito prejudicial da idade do tecido, posição das folhas e cultivares, (SUMNER, 1979; HALLMARK et al.<sup>7</sup> 1985, citado por HALLMARK et al. 1987, p. 1382).

Algumas vantagens do DRIS, em relação ao método do nível crítico, com o objetivo de fazer recomendações de fertilizantes, são, segundo TISDALE et al. (1993):

- a) a importância do balanço nutricional deve ser considerada para derivar normas e

<sup>5</sup> INGESTAD, T. Relative addition rate and external concentration: driving variables used in plant nutrition research. **Plant, Cell and Environment**, v. 5, p.443-453, 1982

<sup>6</sup> BEAUFILIS, E.R.. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. **Soil Sci. Bull.**, v. 1, p. 1-132, 1973

<sup>7</sup> HALLMARK, W.B.; ADAMS, J.F; MORRIS, H.F. The use of plant analysis to diagnose nutrients limiting yield for the subsequent year. **J. of Fert. Isses.** v.2, n. 3, p. 66-73, 1985

fazer diagnósticos;

- b) as normas para o teor nutricional, nas folhas ,podem ser universalmente aplicadas para culturas específicas, indiferentemente de onde elas estão crescendo;
- c) as diagnoses podem ser feitas para todo o desenvolvimento da cultura;
- d) os nutrientes que limitam a produtividade da cultura, por excesso ou deficiência, podem ser identificados e classificados em ordem de importância.

No entanto, o DRIS tem como desvantagens:

- a) prognosticar que um ou mais nutrientes são limitantes, cada vez que for usado, e isso pode resultar em diagnose incorreta e desperdício de fertilizantes;
- b) diminuir a produção, se todas as diagnoses forem superestimadas, resultando ainda, em diagnoses errôneas para situações em que nutrientes não limitam a produção (HALLMARK et al., 1987).

Dentro da bibliografia citada, o uso do DRIS, na agricultura, foi usado em situações onde se conhecia que fatores limitavam a produção.

Outra desvantagem, desse método, é que ele utiliza uma situação de crescimento considerada ideal, a partir da qual os resultados serão comparados. Pelo menos em relação ao crescimento do *Eucalyptus* no Estado de São Paulo, a determinação dessa situação ideal é complicada, pois na maioria das Empresas Reflorestadoras, com esse gênero, não há classificação de sítio, nem classificação de todas as classes de solo utilizadas, o que seria um ponto de partida para a utilização desse método.

Como o uso do método é relativamente recente, várias alterações estão sendo propostas para aumentar sua praticidade (ELWANI e GASCHO, 1984; WALWORTH<sup>8</sup>, et al, 1984, citado por HALLMARK et al., 1987, p. 1383; HALLMARK et al., 1987; BEVERLY, 1987).

Para *Eucalyptus sp* existem poucas publicações do índice do DRIS e são usadas em pequena escala, como base de investigação, por exemplo, para *E. saligna* (WARD et al., 1985), para *E. grandis* (HERBERT<sup>9</sup>, 1988 citado por HERBERT e SCHÖNAU, 1990, p. 37-38) e para *E. viminalis* (NEUFELDT, 1992).

---

<sup>8</sup> WALWORTH, J.L.; LETZSCH, W.S.; SUMNER, M.E. Dry matter as a constituent in the Diagnosis and Recommendation Integratet System (DRIS).. American Society of Agronomy Meeting, p. 225, 1984 (Abstract)

<sup>9</sup> HERBERT, M.A. Fertilising. **Inst. Commer. For. Res. Annual Rep.**, p. 23-33, 1988

#### 2.1.1.4 Interação Entre Elementos Químicos

Entende-se por interação entre elementos químicos uma influência ou uma ação mútua ou recíproca de um elemento sobre outro, em relação ao crescimento da planta.

As interações entre nutrientes, podem induzir deficiências ou modificar a resposta ao crescimento (ROMERO, 1987). Segundo esse autor, interações entre nutrientes podem ser avaliadas pelo exame do relacionamento entre a oferta de nutrientes e o crescimento, e o relacionamento entre os teores de nutrientes na planta e seu crescimento.

Para TISDALE et al. (1993), a interação entre nutrientes pode ser positiva, negativa ou neutra. Na interação negativa, os dois nutrientes combinados aumentam a produção, se forem aplicados separadamente. Esse tipo de interação pode ser o resultado da substituição e/ou interferência de um tratamento no outro, como por exemplo, Calagem vs P, Calagem vs Mo, Mo vs P, Na vs K, são interações negativas comuns, envolvendo aparente efeito de substituição.

As interações positivas estão em concordância com a Lei do Mínimo. Se dois fatores são limitantes, ou quase, a adição de um tem pouco efeito no crescimento, enquanto os dois têm uma influência maior. Em severas deficiências, todas as respostas a fertilizantes resultam em fortes interações positivas (TISDALE et al. 1993).

Interações entre dois nutrientes são importantes quando os teores de ambos estão próximos do limite de deficiência. O aumento da oferta de um nutriente mineral estimula o crescimento da planta, mas pode induzir deficiência de outro, pelo efeito de diluição (MARSCHNER, 1995; TISDALE et al. 1993). Um exemplo é a interação que ocorre entre N e P, isto é, o nível de deficiência de N aumenta, quando o teor de P aumenta e vice-versa (MARSCHNER, 1995).

São interações comuns e de certo modo clássicas: Ca-B, Ca-K, P-Fe, Mo-P, Zn-N, Mo-S, Zn-Mg, Zn-Fe, Fe-Mo, Fe-Cu, Cu-Mo, Cu-Zn (OLSEN, 1972), P-Zn e N-Zn (SOLTANPOUR, 1969; TIFFIN, 1972; LINDSAY, 1972; OLSEN, 1972; MENGEL e KIRKBY, 1987), Cu-N (BUSSLER<sup>10</sup>, 1981, citado por MENGEL e KIRKBY, 1987, p. 542; JACKSON et al.<sup>11</sup>, 1978 citado por MENGEL e KIRKBY, 1987, p. 540), Zn. A importância de cada uma delas depende de condições específicas de clima e solo, espécie e mesmo cultivares de plantas envolvidos (BATAGLIA, 1988).

<sup>10</sup> BUSSLER, W.: Physiological functions and utilization of copper. In: **Copper in Soils and Plants** LONERAGAN, J.F.; ROBSON, A.D.; GRAHAM, R.D. (Eds.). London : Academic Press, 1981. p. 213-234

<sup>11</sup> JACKSON, C.; et al. Subcellular localization and identification of superoxide dismutase in the leaves of higher plants. **Eur. J. Biochem.**, v. 91, p. 339-344, 1978



A importância de um mecanismo particular dependerá das condições ambientais (ROMERO, 1987). Por isso é importante identificar se a interação ocorre devido a efeitos no crescimento, se há interações no meio ambiente, ou se há interações dentro da planta.

Interações dentro da planta ocorrem porque os íons são capazes de formar ligações químicas ou porque eles têm similares habilidades para competir por sítios de adsorção, absorção, transporte e função (PUENTE e BELDA, 1994).

Uma das ferramentas utilizadas para analisar a interação entre nutrientes e desses com a produção é a análise multivariada. Esse método, segundo ROMERO (1987), apresenta as seguintes vantagens:

- a) pode distinguir influências mútuas ou recíprocas entre dois elementos, quando algum deles influencia o outro de uma forma proporcional. Esses casos seriam interpretados como dois elementos sendo envolvidos juntos, no mesmo composto ou estrutura;
- b) permite selecionar o fator ou fatores mais importantes na determinação da variação de todos os parâmetros e ter uma estimativa quantitativa da influência relativa desses fatores. No entanto, relações mútuas entre variáveis podem obscurecer a informação total.

Com o uso desse método, ROMERO (1988) detectou efeitos competitivos na absorção do Fe, com Mn, Zn, Cu, P, Ca, Mg e K.

A análise multivariada, entretanto, requer um satisfatório conhecimento da teoria fundamental, das limitações que dizem respeito à extração de informações da análise, das suposições básicas que devem ser satisfeitas e das consequências da violação dessas suposições (LAAR, 1987).

A análise dos componentes principais e a análise de fatores são muito similares e têm, como finalidade primordial, extrair em forma condensada, a maior parte das informações determinadas. O fundamento da aplicação da análise dos componentes principais é substituir as variáveis iniciais correlacionadas, pelas novas variáveis independentes (fatores e componentes principais), que são combinações lineares das variáveis iniciais (CIESTERO e FLORES, 1991).

Além disso, se os fatores são independentes é, também, desejável que uma variável particular não tenha carregamentos elevados em mais que um fator (KENDAL, 1980). Vários métodos são propostos para atingir esse propósito, sendo o mais conveniente o método Varimax (Kaiser<sup>12</sup>, 1958, citado por KENDALL, 1980, p. 54).

---

<sup>12</sup> KAISER, H.F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, v. 23, p. 187-200, 1958

Os fatores são determinados de forma a explicar a maior variância da população, calculando-se, também, a contribuição de cada variável original ao novo fator determinado (CIESTERO e FLORES, 1991).

As variáveis com um elevado grau de significância dentro de cada fator são aquelas cuja contribuição nos distintos fatores, expressa em forma de variância acumulada (comunalidades) se alcança com um número baixo de fatores (CIESTERO e FLORES, 1991).

De acordo com LAAR, 1987, a análise dos componentes principais pode ser promissora em estudos de correlação entre sítio e crescimento de árvores.

GÖMÖRYOVÁ e GÖMÖRY (1995), usaram a análise de fatores para estudar o relacionamento entre os fatores ambientais e o crescimento em altura de *Pseudotsuga menziesii*. Observaram que as características do solo relacionadas com acidez, retenção de água, conteúdo de húmus, nutrientes e textura, explicaram 90% da variância. E as características climáticas/topográficas, representadas pelos fatores temperatura, precipitação e formação do terreno, explicaram 85% da variância.

Para o gênero *Eucalyptus*, não foram encontradas referências, na literatura, que usem essa técnica na avaliação de sua produtividade. No entanto, a análise das interrelações de nutrientes em *E. viminalis* no estado do Paraná, mostrou um sinergismo entre P, N e K, assim como um antagonismo entre Ca e Mn no solo (NEUFELDT, 1992). KAUL; SRIVASTANA e TALDON (1968), estudando plântulas de *E. grandis*, notaram que houve um aumento da absorção do N pela deficiência de Mg e S; aumento da absorção de Ca pela deficiência de N e K; e aumento da absorção de Mg pela deficiência de Ca.

### 2.1.2 ANÁLISE DE SOLO

O uso da análise de solo, para diagnosticar deficiências nutricionais em florestas, tem recebido menor atenção que a análise foliar (MEAD, 1989). Dessa maneira, ainda não está definido quando e qual a forma e fração de nutrientes que se deve extrair, uma vez que os procedimentos analíticos, usados em solos florestais, foram estabelecidos para culturas agrícolas e, por esse motivo, podem não ser adequados para essas.

A maior vantagem do método da análise de solo é que a análise da oferta de nutrientes pode ser feita antes do estabelecimento da plantio (MEAD, 1989).

No entanto, a análise do solo, sozinha, não é um guia satisfatório para fazer recomendações de adubações, principalmente por causa da dificuldade em determinar, com

suficiente precisão, a zona radicular em que as raízes estão absorvendo a maior parte dos nutrientes e água (VOIGT; RICHARDS e MANNION, 1964; MARSCHNER, 1995; PRITCHETT e FISHER, 1987). Muitas vezes, faz-se a coleta do solo sem antes saber se a espécie a ser usada, possui um sistema radicular superficial ou profundo.

De acordo com MARSCHNER (1990), a localização e distribuição das raízes dentro do perfil do solo pode ser um importante fator na determinação da forma de expressão de acidez do solo. Nos horizontes superficiais, onde o conteúdo de matéria orgânica é maior, a toxidez de  $H^+$  pode predominar, mas na subsuperfície, o crescimento radicular pode ser diminuído pela toxidez de  $Al^{+3}$ . Dessa maneira, a distribuição do sistema radicular pode indicar a tolerância da espécie a  $Al^{+3}$  ou  $H^+$ .

De acordo com VOIGT; RICHARDS e MANNION (1964), a textura do solo pode, também, influenciar na profundidade das raízes. Para *Pinus rigida* Mill, os autores concluíram que em solos de textura arenosa e de baixa fertilidade natural, as árvores utilizaram menos que 10% de todo volume de solo ocupado pelo sistema radicular, para absorver nutrientes.

Mesmo não entrando no mérito das questões mencionadas por esses autores, muitos outros autores concordam que os primeiros centímetros do solo são os mais importantes para a determinação da produtividade, (EVERS<sup>13</sup>, 1967, citado por SPURR e BARNES, 1982, p. 219-20; BARROS et al., 1986; GONÇALVES; DEMATÊ e COUTO, 1990; MELO, 1994). Uma amostra em maior profundidade, por exemplo, 0-20 cm, pode não representar bem as relações entre os conteúdos de nutrientes na planta e as características físicas e químicas do solo (CARDENAS, 1987; CORREIA, 1993) e, dessa maneira, não ter correlação com o crescimento.

Assim como na análise foliar, vários métodos de interpretação (níveis críticos, interação e relação nutricional) são utilizados nos resultados das análises de solo (NOVAIS, REGO e GOMES, 1980). No entanto, estão sujeitos a todas as desvantagens já citadas para a análise foliar, fazendo com que, dessa forma, a utilização desses resultados para recomendações de fertilizantes seja feita com ressalvas.

De acordo com NOVAIS; BARROS e NEVES (1986), a utilização de níveis críticos de nutrientes no solo, para o crescimento inicial de eucalipto, tem-se mostrado insatisfatória quando se procura prever o crescimento, ao longo do ciclo de corte. Essa desvantagem levou-os ao desenvolvimento dos conceitos de nível crítico de implantação e de manutenção.

<sup>13</sup> EVERS, F. H.. Kohlenstoffbezogene Nährelementverhältnisse (C/N, C/P, C/K, C/Ca) zur Charakterisierung der Ernährungssituation in Waldböden.. *Forstpflz*, v. 17, p. 69-76, 1967

Para o estabelecimento de níveis críticos de manutenção para diferentes produtividades, esperadas para eucalipto, foi criado o conceito de coeficiente de utilização analítico (CUA) por BARROS et al. (1986). Segundo esses autores, o CUA permite equacionar a produtividade florestal, como uma função do solo, ao longo das rotações, e é uma associação de métodos diretos e indiretos de determinação da qualidade do sítio.

O CUA derivou de outro índice - o Coeficiente de Utilização Biológico (CUB). Por isso, para sua obtenção deve-se determinar a biomassa e conteúdo de nutrientes em árvores abatidas, para poder estimar o número de ciclos de corte que um povoamento pode sofrer sem que haja queda da produtividade (BARROS et al., 1986).

Vários autores usam o CUB e CUA para avaliar o estado nutricional de *Eucalyptus sp* (LEAL et al., 1988; PEREIRA, 1990; GALO, 1993; SANTANA, 1994). E concluíram que elementos como K, P, Ca e Mg foram limitantes ao crescimento das espécies de *Eucalyptus* estudadas por esses autores.

Resultados de pesquisas recentes de BARROS et al. (1992), numa tentativa de aproximar o balanço de nutrientes, levaram a elaboração de um programa estatístico (NUTRICALC) fundamentado em um coeficiente de utilização nutricional crítico dos componentes explorados das árvores.

O NUTRICALC estima a quantidade de cada nutriente (P, K, Ca e Mg) que estaria disponível no solo, para obter a produtividade potencial do sítio. Essa quantidade é então comparada com o disponível no solo mais a entrada pela chuva. Se o balanço for negativo, são recomendados fertilizantes, para suprir essa diferença.

Embora existam vários métodos de interpretação das análises de solo, para fins de determinação de sua fertilidade, deve-se prestar atenção, ainda, na influência das características físicas, químicas e mineralógicas do solo nos resultados, para não se fazer extrapolações errôneas para inferir sobre a produtividade de espécies florestais. Pois os resultados obtidos, numa determinada classe de solo e região, não podem ser extrapolados para outras classes e regiões.

#### 2.1.2.1 Propriedades Químicas dos Solos

A importância das propriedades químicas, para o crescimento florestal, tem ganhado considerável atenção, em anos recentes. Até então, considerava-se que essas propriedades

influenciavam menos o crescimento que as características físicas (PRITCHETT e FISHER, 1987).

As principais propriedades químicas serão descritas a seguir, com o intuito de demonstrar as características em termos de fertilidade dos solos florestais, e suas implicações no desenvolvimento das espécies plantadas nesses solos.

#### a) acidez

A acidez, nos solos florestais, é de grande importância na determinação do tipo e qualidade da floresta que ocorre em um sítio particular (PRITCHETT e FISHER, 1987).

Em solos naturalmente ácidos, os íons  $H^+$  difundem-se vagarosamente para o interior das lâminas de argila e substituem  $Al^{+3}$  e  $Mg^{+2}$  que se movem para fora e ocupam os sítios de troca na superfície da argila. Por isso, muitos solos ácidos são ricos em  $Al^{+3}$  trocável, ao invés de  $H$ . Com o processo da lixiviação, a proporção de  $Al^{3+}$  e  $H^+$  trocáveis, na argila e húmus, aumenta e a proporção de  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$  e  $K^+$ , trocáveis, diminui (PRITCHETT e FISHER, 1987).

De acordo com PRITCHETT e FISHER (1987), a maior causa de danos biológicos devido a acidez do solo, dizem respeito aos teores de  $Al^{+3}$ ,  $H$  e  $Mn^{+2}$ .

Os efeitos diretos dos íons  $H^+$ , no crescimento das plantas, são difíceis de determinar, porque nos níveis de pH onde ele é considerado nocivo,  $Al^{+3}$ ,  $Mn^{+2}$  e outros elementos minerais podem, também, estar solúveis em concentrações tóxicas (FOY, 1984).

Entretanto, o  $Al^{+3}$  pode influenciar, tanto positiva como negativamente, no metabolismo de elementos importantes, como é o caso do Nitrogênio (VALE; NOVAIS e BARROS, 1982; FOY, 1984; CAMBRAIA, 1989), Fósforo (MULLETTE; HANNON e ELLIOTT, 1974; MULLETTE, 1975; SALINAS e SANCHEZ, 1976; VALE; NOVAIS e BARROS, 1982; FOY, 1984; CAMBRAIA, 1989), Cálcio (FOY, 1984; CAMBRAIA, 1989), Magnésio, Potássio e Ferro (FOY, 1984).

Muitos dos efeitos positivos da acidez do solo, no crescimento, são o resultado de seus efeitos indiretos, como o aumento da disponibilidade de micronutrientes como Boro (B), Cobre (Cu), Manganês (Mn) e Ferro (Fe). Em solos onde a reserva de micronutrientes é baixa, uma significativa redução da acidez pode resultar em deficiência de um ou mais desses elementos essenciais (PRITCHETT e FISHER, 1987).

Como efeitos negativos, ressalta-se o fato de que em solos muito ácidos, a toxidez de  $Al^{+3}$  pode limitar a quebra da matéria orgânica pelos microrganismos (ALEXANDER<sup>14</sup>, 1980 citado por FOY, 1984, p. 63).

Os mecanismos pelos quais pequenas quantidades de Alumínio podem ser benéficas ao crescimento da planta, incluem (FOY, 1984) :

- a) aumento da solubilidade e disponibilidade de Ferro em solos calcáreos (através da hidrólise do Alumínio e diminuição do pH);
- b) correção e prevenção da deficiência de Ferro;
- c) aumento da absorção de Fósforo;
- d) adia a deterioração radicular em soluções com baixos níveis de Cálcio pela diminuição do crescimento;
- e) previne toxidez de  $Cu^{+2}$  e  $Mn^{+2}$ , etc.

Uma técnica, usada para diminuir a toxidez de  $Al^{+3}$  e  $Mn^{+2}$ , é a prática da calagem. Com respeito ao emprego dessa prática em plantações de *Eucalyptus spp*, mais pesquisas devem ser feitas, levando em consideração as diferentes classes de solo e espécie, para se determinar em que nível a saturação por bases passa a ser benéfica (diminuindo a atividade do  $Al^{+3}$ ,  $Mn^{+2}$  e  $H^{+}$ ) e/ou prejudicial (pela indução de deficiências de micro e macronutrientes).

Embora deficiências de  $Fe^{+2}$ , em solos que receberam aplicação de calcáreo, sejam descritas para várias espécies de eucalipto, como: *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *E. botryoides* (STEWART et al. 1981), *E. viminalis* (LADYGES, 1977), *E. obliqua* (ANDERSON e LADYGES, 1978), há muitos estudos que comprovam que as plantas conseguem absorver  $Fe^{+3}$  na forma quelatada (GRIME e HODGSON, 1968; CHANEY; BROWN e TIFFIN., 1972; TIFFIN, 1972; MARSCHNER; RÖMHELD e KISSEL, 1986). Dessa maneira, a planta conseguiria livrar-se da deficiência de  $Fe^{+2}$  e não apresentar clorose.

#### b) troca de cátions - CTC

A CTC ou T dos solos é definida como a capacidade em adsorver e trocar cátions. As cargas negativas que se desenvolvem, nos colóides orgânicos e minerais do solo, podem ser neutralizadas pelos cátions atraídos para a superfície desses colóides. A quantidade de cátions, assim atraída, é chamada de CTC do solo. A troca de cátions é considerada importante na

<sup>14</sup> ALEXANDER, M.. Effects of acidity on microorganisms and microbial processes in soils.. In: HUTCHINSON, T.; HAVAS, M. (Eds.). **Effects of acid precipitation of terrestrial ecosystems**. New York : Plenum Publishing p.363-364, 1980

fertilidade do solo porque a maioria dos minerais essenciais são absorvidos pelas plantas como cátions.

A CTC, da maioria dos solos utilizados para fins florestais, é composta por cargas pH-dependentes, principalmente, em solos com predomínio de argila 1:1. O grau, em que todos os sítios de cátions trocáveis do solo são ocupados por bases ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ ), é chamado de saturação por bases (V%). A maioria dos solos florestais possui uma V% baixa; mas ela depende do clima e materiais que formaram o solo, assim como da vegetação (PRITCHETT e FISHER, 1987).

### c) matéria orgânica

O teor de matéria orgânica pode ser muito importante para a produtividade florestal, visto que a maioria das áreas destinadas para o florestamento e/ou reflorestamento é de baixa fertilidade natural.

A matéria orgânica é considerada um fator limitante ou promotor não apenas em relação a sua quantidade, mas para manter a fertilidade do solo. Além de contribuir para o estoque de C dentro do ecossistema (HARRISON e HARKNESS, 1993) é fonte de N (TISDALE et al., 1993; SADZAWKA et al., 1995), P (MENGEL e KIRKBY, 1987, TISDALE et al., 1993) e S que podem ser seus constituintes estruturais. É, também, importante no suprimento de cátions como  $\text{K}^+$  e  $\text{Ca}^{+2}$ , que permanecem no complexo de troca após sua liberação da serapilheira florestal (DIEST, 1978; WARING e SCHLESINGER, 1985; SADZAWKA et al., 1995), B (GUPTA, 1979; ARNOLD et al., 1990); para a melhoria das condições físicas do solo, reduzindo efeitos de compactação e aumentando a CTC nos solos (VERDADE, 1956; RAIJ, 1969; SANTOS FILHO, 1985; JOHNSON, 1993; PRATA; HIKISHIMA e SANTOS FILHO, 1995). É importante como tampão contra mudanças bruscas na acidez, alcalinidade e salinidade; melhoria da estrutura do solo; aumento da capacidade de retenção de água e aumento da infiltração (TILDALE et al., 1993). A prática da adição de matéria orgânica contribui, ainda, para o aumento da solubilidade de Fe e Mn (LINDSAY, 1984; TISDALE et al., 1993).

A quantidade de matéria orgânica do solo dá, ainda, informação acerca da efetividade dos agentes estabilizantes (DUCHAUFOR, 1976) e do clima (STEVENSON, 1982; SANTANA, 1994). Com relação à classe de solo, nas Areias Quartzosas, ela é rapidamente oxidada e o solo torna-se empobrecido de nutrientes (PRITCHETT e FISHER, 1987). E onde

há mais argila, ela é preservada pela fixação por substâncias húmicas na forma de complexos organo-minerais (STEVENSON, 1982; KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 1992). Dessa forma, a mineralização total da matéria orgânica é geralmente maior em solos de textura arenosa do que nos de textura argilosa (SCHIMEL e PARTON, 1986).

Com isso, o teor de matéria orgânica é de extrema importância em solos arenosos, para a manutenção da produtividade do sítio (FLINN<sup>15</sup> et al., 1980 citados por CARLYLE et al., 1990, p. 997; PRATA; HIKISHIMA e SANTOS FILHO, 1995), onde a fertilidade está concentrada nos horizontes orgânicos, já que os horizontes minerais são pobres em nutrientes (SADZAWKA et al., 1995).

A matéria orgânica do solo constituiu-se de serapilheira fresca, material parcialmente decomposto e húmus (WARING e SCHLESINGER, 1985).

Segundo STEVENSON (1982), o clima tem um papel predominante na determinação dos níveis de matéria orgânica, pois ele determina a composição de espécies de uma dado local, a quantidade de material produzido e a intensidade da atividade microbiana no solo. São ainda importantes, segundo esse autor, o tempo, a vegetação, o material de origem e a topografia. Esse autor também relata que o aumento da precipitação é o grande promotor do crescimento da planta e, conseqüentemente, na produção de grandes quantidades de matéria-prima para a síntese do húmus.

A importância da adição da matéria orgânica na forma de resíduos industriais ou mesmo do aumento de seus teores naturais, no crescimento de *Eucalyptus sp* foi detectada por vários autores (RODRIGUES; VASTANO e SILVA, 1986; BELLOTE, 1990; STAPE e ZANI FILHO, 1990; FONSECA et al., 1993; MORO, 1994; BELLOTE et al., 1995; GREZ e GERDING, 1995; SANTOS et al., 1995; COSTA et al., 1995). Esses estudos foram conduzidos sob plantios de *Eucalyptus sp* em Areia Quartzosa e/ou Latossolo textura média, que são solos que apresentam teores de matéria orgânica baixos. Muitos dos trabalhos ressaltam a importância da matéria orgânica na melhoria das características físicas e das propriedades químicas e biológicas dos solos.

---

<sup>15</sup> FLINN, D.W.; SQUIRE, R.O.; FARREH, P.W. The role of organic matter in the maintenance of site productivity on sandy soils. *N.Z.J.For*, v. 52, p.229-6, 1980



### 2.1.2.2 Características Físicas e Morfológicas dos Solos

Dentre as propriedades e características físicas e morfológicas dos solos que influenciam na produtividade do povoamento florestal, destacam-se a textura, a estrutura e a profundidade. Essas propriedades e características, freqüentemente, tem efeito indireto sobre o crescimento da planta, mas são estreitamente correlacionadas com propriedades que o afetam diretamente (PRITCHETT e FISHER, 1987) como o estado nutricional e hídrico do solo.

Diversos autores explicam a produtividade de *Eucalyptus sp* de acordo com as propriedades e características do solo, dentre eles McCOLL, 1969; BARROS, 1974; LEPSCH, 1980; TURNER e KELLY, 1981; LAMBERT e TURNER, 1983; HARIDASAN, 1985; BORGES et al., 1986; HERBERT e SCHÖNAU, 1990; GUERRINI, 1990; RAISON et al., 1990; BELLOTE, 1990; MELO, 1994; SANTANA, 1994.

McCOLL (1969) estudou a interação planta-solo em uma floresta de eucalipto. Observou que *E. gummifera* ocorria na parte mais elevada do terreno, em sítios com baixa fertilidade natural, pouco profundos, com altos conteúdos de areia e pedras. Na meia encosta, quanto a situação apresentava-se mais favorável em relação a água e nutrientes ocorria *E. maculata* - *E. paniculata* e associações descontínuas de *E. manulata* - *E. pilularis*. Na baixada, onde a saturação por bases e o conteúdo de P eram maiores, ocorria *E. saligna*. O autor argumenta que estudos mais detalhados com relação a disponibilidade de P no solo, podem contribuir para a explicação da distribuição e crescimento de espécies do gênero *Eucalyptus*.

No município de Santa Bárbara (MG), BARROS (1974), observou que o aumento da declividade do terreno, explicou 88% das variações em altura de *E. alba*, pela influência da espessura do horizonte A e lixiviação de nutrientes. Esse autor, também, encontrou correlação do crescimento com as propriedades físicas do solo, sendo negativa com o teor de areia e positiva com o teor de argila.

No estudo de LAMBERT e TURNER (1983), eles relacionaram o tipo de vegetação (floresta nativa de eucalipto) com os nutrientes do solo. Constataram que espécies pertencentes ao subgênero *Symplyomyrtus* estão presentes, somente, em solos relativamente mais férteis e apresentam concentração de nutrientes maiores que as espécies do subgênero *Monocalyptus*, que são associadas a solos pobres.

GUERRINI (1990) em seu estudo, concluiu que a concentração de nutrientes na planta varia com o tipo de solo. *E. grandis* apresentou maior desenvolvimento em altura, em solos que apresentavam propriedades e características físicas e químicas melhores.

HERBERT e SCHÖNAU, 1990, dividiram o crescimento do eucalipto, em solos florestais, no sul da África, em dois grupos:

- a) solos arenosos, com marcada deficiência de um ou mais nutrientes e
- b) solos profundos com mais de 4% de C na superfície, com horizonte subsuperficial distrófico e pouco desenvolvido pedogeneticamente, os quais são relativamente mais férteis mostrando taxas de crescimento adequadas.

BELLOTE et al (1990), discutiu a relação entre os teores de nutrientes no solo com o crescimento de *E. grandis* plantado no Estado de São Paulo e concluiu que aumentando a oferta de P e K no solo, os talhões podem se tornar mais produtivos.

Estudando a relação entre solo e produção de *E. saligna* no Rio Grande do Sul, MELO (1994) verificou que a produtividade dessa espécie está mais relacionada com as características físicas, principalmente, a capacidade de retenção de água do que com as propriedades químicas dos solos.

SANTANA (1994), estudou o crescimento de *E. grandis* e *E. saligna*, no Estado de São Paulo. Argumenta que o crescimento das plantas foi restringido em solos arenosos, com baixa CTC, baixo teor de matéria orgânica e restrita disponibilidade de nutrientes, já que o transporte de nutrientes do solo até as raízes é comprometido nessas situações.

### 2.1.3 HORIZONTES ORGÂNICOS

Antes do advento do plantio direto em culturas agrícolas, era uma característica única da maioria dos ecossistemas florestais o desenvolvimento de um horizonte orgânico, resultante do periódico retorno através da queda de folhas, galhos, frutos, casca e até de plantas inteiras. Esse horizonte orgânico contém uma grande porção de nutrientes extraídos do solo anualmente pelas árvores. A liberação de nutrientes da serapilheira em decomposição controla subseqüentes disponibilidades para a planta (MERILLO; ABER e MURATONE, 1982; PRITCHETT e FISHER, 1987; BLAIR, 1988) ou perda para o ecossistema, afetando desse modo a produtividade primária do ecossistema (BLAIR, 1988) e a dinâmica de nutrientes (FACELLI e PICKETT, 1991).

De acordo com SPURR e BARNES (1982), o ciclo de nutrientes depende em grande parte do ciclo da água, que controla a disponibilidade de nutrientes às raízes e às árvores; seu

movimento através da árvore; as condições pelas quais a serapilheira produzida pela árvore se decompõe e o desenvolvimento do perfil do solo.

Essa periódica adição e decomposição da serapilheira leva à formação de horizontes orgânicos que podem ser separados para as determinações de elementos químicos e produtos secundários, que ajudam a entender o processo de decomposição. Esses horizontes foram denominados de *L*, *F* e *H* por (HESSELMAN<sup>16</sup>, 1926 citado por PRITCHETT e FISHER, 1987, p. 57):

O horizonte *L* consta de restos mortos não alterados de plantas e animais.

O horizonte *F* se acha imediatamente abaixo da serapilheira, e consta de matéria orgânica fragmentada e parcialmente desintegrada, porém permite a identificação de sua origem.

O horizonte *H* consta de matéria orgânica amorfa e desintegrada.

Como essa técnica de separação de horizontes não é muito difundida, muitos pesquisadores coletam a matéria orgânica indecomposta como se tivesse uma composição uniforme (PEREIRA, 1990; FONSECA et al., 1993; FERREIRA et al., 1995) o que dificulta a comparação dos dados, pois os teores dos elementos variam de acordo com o estágio de decomposição. Ainda como agravante, os métodos de extração utilizados, também são bastante diferentes de um trabalho para outro.

No entanto, a análise dos horizontes orgânicos pode vir a ser uma técnica importante na determinação da produtividade florestal, pois se um horizonte apresenta um nível nutricional baixo, isso poderia refletir a condição do solo e, conseqüentemente, influenciar no crescimento da espécie de interesse.

Poder-se-ia esperar que em povoamentos florestais em que nutrientes estão sendo ciclados, as concentrações de nutrientes, nas folhas, refletissem aquelas do solo, e que alguns nutrientes na serapilheira pudessem refletir aqueles das folhas. Altas correlações entre os nutrientes contidos nas folhas, solo e serapilheira poderiam indicar forte interdependência entre estoques (TURVEY e SMETHRUST, 1994).

Segundo BABEL (1971), o acúmulo de material orgânico e a velocidade de decomposição dependem, dentre outros fatores, da qualidade do sítio que influencia a produção de biomassa e da atividade de organismos decompositores.

Dentre os organismos decompositores, destacam-se as bactérias, algas, líquens e fungos que além de auxiliarem na decomposição, produzem compostos minerais e ácidos orgânicos que

<sup>16</sup> HESSELMAN, H. Studier over barrskogens humustache, dess egenskaper och beroende av skogsvarden. Statens Skogsforsoksanst Meddel. v. 22, p 169-552, 1926

apresentam propriedades quelantes que são importantes para o suprimento de Fe, Mn, Mo e Zn para as plantas (KONONOVA, 1982). FACELLI e PICKETT (1991) ressaltam a importância da macrofauna (minhocas, besouros e outros invertebrados) e mamíferos (roedores) na fragmentação, facilitando, dessa forma, a decomposição microbiana.

É importante, na análise dos elementos químicos dos horizontes orgânicos, estudar sua dinâmica, para, dessa forma, poder entender a ciclagem dos nutrientes. Desse modo e, também, devido ao fato de existirem poucos trabalhos referentes à composição dos elementos por horizonte para *Eucalyptus spp*, procurou-se, nesta revisão, abordar os processos que podem levar à mudanças dos elementos, durante o estágio de decomposição.

Embora os detalhes da transição do material da planta a húmus não estejam bem claros, sabe-se que durante a quebra da serapilheira dois processos são conduzidos pelos microrganismos:

- decomposição da matéria orgânica inicial e
- síntese de substâncias húmicas (BLAIR, 1988).

Com a decomposição da serapilheira, muitos ácidos orgânicos são lixiviados. Com isso há um aumento de produtos secundários que são classificados como ácidos fúlvicos e húmicos que são efetivos quelantes de cátions metálicos, especialmente polivalentes (STEVENSON, 1982). Esses ácidos podem influenciar nas características dos elementos minerais (lixiviação e/ou acúmulo) dependendo do tipo de vegetação que lhes deu origem.

Ácidos orgânicos livres como oxálico, málico, gálico e protocatechuico têm alta habilidade quelante (POHLMAN e McCOLL, 1988).

Os ácidos málico e cítrico formam quelatos relativamente estáveis com  $\text{Fe}^{+3}$  e  $\text{Al}^{+3}$  no solo, aumentando a solubilidade e a proporção de Fósforo oxidado. Como um efeito colateral, a quelação de  $\text{Al}^{+3}$  por ácidos orgânicos alivia os seus efeitos nocivos nas plantas, em solos com alta concentração desse elemento (MARSCHNER, 1995).

Compostos orgânicos como ácidos di e tricarboxílicos e ácidos fenólicos contendo grupos orto-OH são os mais efetivos quelantes para  $\text{Al}^{+3}$  (POHLMAN e McCOLL, 1988). O  $\text{Al}^{+3}$  retido a matéria orgânica parece ser completamente estável na forma de um complexo Al - matéria orgânica. Visto que o  $\text{Al}^{+3}$  ligado não é muito trocável, a CTC efetiva da matéria orgânica é inversamente proporcional à quantidade presente desse elemento. Nesses casos esta matéria orgânica pode contribuir muito pouco para a CTC efetiva do solo (THOMAS e HARGROVE, 1984).

Elementos como  $Mg^{+2}$ ,  $Mn^{+2}$  e  $Ca^{+2}$  tendem a ser prontamente dissolvidos e são extraídos em água em maior extensão que  $Al^{+3}$ ,  $Pb^{+4}$ ,  $Cu^{+2}$  e  $Fe^{+3}$  que são hidrolizáveis (TAM; SPOSITO e SENESI, 1991).

O Manganês é um metal relativamente hidrossolúvel devido a sua adsorção ser de forma hidratada (SENESI; SPOSITO e BRADFORD, 1989).

De acordo com as constantes de estabilidade relatadas por SCHNITZER e HANSEN (1970) em pH 3,5, a hidrossolubilidade diminuiu na seguinte ordem  $Mg^{+2} > Mn^{+2} = Zn^{+2} > Ca^{+2} > Cu^{+2} > Al^{+3} > Fe^{+3}$ .

A quantidade absoluta dos elementos químicos contidos nos horizontes orgânicos comporta-se diferentemente da quantidade contida nas folhas maduras em função de sua lixiviação, complexação e necessidade da planta ou organismos.

O Cálcio é um elemento que normalmente acumula-se nos estágios iniciais de decomposição, pois forma compostos estruturais com a matéria orgânica (DUCHAUFOR, 1976; CROMACK e MONK, 1975<sup>17</sup> citados por HARMON et al., 1990, p. 65; GOLLEY et al., 1978; BLAIR, 1988).

Ao inverso do que ocorre com o  $Ca^{+2}$ , cátions monovalentes, como o  $K^{+}$ , são retidos na matéria orgânica primariamente pela simples troca de cátions através da formação de sais com grupos COOH (STEVENSON, 1982).

Compostos orgânicos solúveis em água, durante a decomposição da serapilheira, apresentam um importante papel na ciclagem de metais. A intervenção de compostos orgânicos na lixiviação da serapilheira, na mobilização de metais, translocação e deposição, foi atribuída a sua capacidade de complexar metais (SENESI; SPOSITO e BRADFORD, 1989).

Na pesquisa de SENESI; SPOSITO e BRADFORD (1989), os dados sugerem que a serapilheira, em condições naturais ou sob intenso tratamento ácido, pode reagir fortemente com os metais da solução do solo, retendo-os em formas química e estruturalmente estáveis em água. Esses dados enfatizam a importância dos materiais da serapilheira, na superfície dos solos florestais na ciclagem de elementos traços, particularmente sob condições anormais, como severa deposição ácida ou intensa entrada de metais por fontes externas, no ecossistema florestal.

---

<sup>17</sup> CROMACK, K.Jr. and MONK, C.D.. Litter production, decomposition, and nutrient cycling in a mixed hardwood watershed and a white pine watershed. In: HOWELL, F.G.; GENTRY, J.B.; SMITH, M.H. (Eds.). *Mineral cycling and Southeastern Ecosystems*. Virginia : USDC., 1975. p. 609-624

Diversos estudos têm mostrado que a concentração de Alumínio aumenta com a idade das folhas, como os elementos imóveis (MEDEIROS e HARIDASAN, 1985). No entanto, o aumento dos teores de Alumínio na serapilheira, bem como de outros nutrientes, pode não ser simplesmente um efeito de concentração.

No trabalho de RUSTAD e CRONAN (1989) observaram que a entrada de Ferro e Alumínio pela queda da serapilheira foi maior que a entrada desses através da passagem pela copa. Os autores chamam a atenção para a lenta ciclagem do Alumínio na serapilheira. De acordo com a revisão feita por esses autores, o Alumínio acumula-se no núcleo das células; forma ligações com a pectina na parede celular; liga-se facilmente ao ATP e ácidos nucleicos; e forma precipitados de Fosfato de Alumínio na superfície radicial, na parede celular e nos espaços livres das raízes.

O  $\text{Fe}^{+3}$  é um cátion imóvel e de pouca hidrossolubilidade devido ao fato de sua adsorção ser específica, portanto, mais fortemente retida aos complexos orgânicos (SENESI; SPOSITO e BRADFORD, 1989). KABATA-PENDIAS e PENDIAS (1992) argumentam que o  $\text{Fe}^{+3}$  exibe uma grande afinidade para formar complexos orgânicos e quelatops que são responsáveis pela sua migração e lixiviação.

Com relação ao Cobre, de acordo com KABATA-PENDIAS e PENDIAS (1992), embora o Cobre seja um dos metais pesados menos móveis, em pH baixo dominam as formas móveis  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2^{+2}$  e  $\text{CuOH}$ , que são facilmente hidrolizáveis e liberados durante a decomposição dos resíduos das plantas. Em contrapartida, Boro é um dos micronutrientes mais móveis (KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 1992), no entanto, de acordo com PARKS e WHITE (1952), o húmus tem uma afinidade química por Boro e o húmus saturado com  $\text{H}^+$  retém aproximadamente 2 vezes mais B que o saturado com  $\text{Ca}^{+2}$ .

Durante a decomposição da matéria orgânica, compostos intermediários como ácido láctico, pirúvico, glucorônico, glucose, glicerol e celobiose são formados e estes formam complexos com ácido bórico. Quando esses compostos são “quebrados” pelos microrganismos, o B é liberado. Esses resultados estão de acordo com as observações de que solos com altos teores de matéria orgânica são usualmente ricos em Boro e que este não é prontamente lixiviado desses solos (PARKS e WHITE, 1952).

Com respeito ao Zinco, KABATA-PENDIAS e PENDIAS (1992) argumentam que as constantes de estabilidade da matéria orgânica para reter Zn são relativamente frouxas.

O aumento da concentração da maior parte dos elementos químicos, durante a decomposição da serapilheira, é explicado pela imobilização das quantidades já presentes no mesmo, pela biomassa microbiana e pelas substâncias húmicas. Entretanto, o aumento das quantidades absolutas obviamente requer alguma fonte externa, por exemplo, fixação atmosférica, entrada pelo escoamento superficial e translocação biológica (principalmente, fungos) das camadas mais profundas do solo (LANKOWSKI; NIKILINSKA e MARVANSKI, 1995).

## **2.2 IMPLICAÇÕES EDÁFICAS E CLIMÁTICAS NO DESENVOLVIMENTO DO *E. grandis***

O gênero *Eucalyptus*, evoluiu a partir de meados do terciário, associado a dois principais fatores de seleção no Continente Australiano: uma decrescente fertilidade do solo e um clima que se tornava rapidamente seco (ELDRIDGE e CROMER, 1987), levando-o a apresentar características esclerofíticas, resultantes de uma adaptação evolucionária às condições de baixa fertilidade do solo, mais do que às condições de clima seco (ATTIWILL<sup>18</sup>, 1980 citado por LIMA, 1993, p. 154).

A baixa fertilidade do solo, principalmente em relação ao fósforo, é considerada como a pressão de seleção que desempenhou um papel decisivo na sua adaptação (LIMA, 1993), o que segundo revisão feita por esse autor, pode ser inferido pela conhecida eficiência dos eucaliptos, no que diz respeito à absorção desse elemento.

A escolha de espécies de eucalipto, potencialmente aptas para o plantio no Brasil, tem se baseado, primeiramente, em critérios climáticos. Embora, uma mesma espécie possa ser encontrada em mais de um local, com condições climáticas distintas (BARROS et al., 1990).

O *E. grandis* é uma espécie que ocorre em clima quente-úmido, com temperatura máxima variando de 24° a 30° C, na região sudeste da Austrália e de 29° a 32° C, na região nordeste; a temperatura mínima varia, respectivamente de 3° a 8° C e de 10° a 17° C, com uma

---

<sup>18</sup> ATTIWILL, P.M.. "Nutrient Cycling in a *Eucalyptus obliqua* (L'Herit) Forest. IV - Nutrient Uptake and Nutrient Return". *Aust. J. Bot.*, v. 28, p. 199-222, 1980

precipitação de 1000 a 3500 mm (BOLAND<sup>19</sup> et al., 1984, citado por BARROS et al., 1990, p. 14).

Com relação a solos, o *E. grandis* se concentra preferencialmente em baixadas ou em partes mais baixas de vales, com solos supostamente mais férteis, profundos e bem drenados. Tanto na região nordeste (Atherton), quanto na sudeste (Coffs Harbour), essa espécie está associada à florestas pluviais (Floresta Ombrófila), seja nas suas bordas ou dentro delas (TURNER e KELLY, 1981; BARROS et al., 1990).

No estudo de HARIDASAN (1985), no Brasil, o crescimento do *E. grandis*, foi melhor num solo calcareado (área onde existia, anteriormente, uma Floresta Semidecidual), do que num solo de floresta de galeria (Latosolo Vermelho-Escuro - área de ocorrência de Savana).

### 2.3 NECESSIDADES NUTRICIONAIS DO *E. grandis*

O gênero *Eucalyptus* tornou-se economicamente importante para o Brasil, devido a sua alta produtividade em um período relativamente curto, quando comparado com espécies florestais nativas (HAAG, 1983), tornando-se uma das espécies mais utilizadas nos reflorestamentos no Brasil (JESUS e VITAL, 1986) e no Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1993).

A produtividade média de *E. grandis* no Estado de São Paulo, situa-se ao redor de 40m<sup>3</sup>/ha.ano sendo, entretanto, muito variável, encontrando-se áreas com produtividade de 19m<sup>3</sup>/ha.ano até 72 m<sup>3</sup>/ha.ano (BELLOTE, 1990).

Particularmente com relação a plantios de *E. grandis* no Brasil, foram detectadas deficiências para quase todos os macronutrientes, ou seja, P (LEAL, et al., 1988; FERREIRA, 1989), N (FERREIRA, 1989), Ca (LEAL, et al., 1988; FERREIRA, 1989; BELLOTE, 1990; SANTANA, 1994), K (LEAL, et al., 1988; FERREIRA, 1989; BELLOTE, 1990; SANTANA, 1994; SILVEIRA et al., 1995a), Mg (BELLOTE, 1990; GALO, 1993).

Para micronutrientes, também foram detectadas deficiências em B (FERREIRA et al., 1993; SILVEIRA, et al., 1995b) e Zn (SILVEIRA, et al., 1995b).

---

<sup>19</sup> BOLAND, D.J.; et al. **Forest tree of Australia**. Australia : Thomas Nelson, 1984. 687 p.



Esse fato está de acordo com as observações de DRECHSEL e ZECH (1991), que constataram que, em florestas altamente produtivas, mais que um elemento é pouco ou severamente limitante, para o crescimento florestal.

O fator nutricional que delimita comunidades de plantas de *Eucalyptus spp*, no leste da Austrália, é a disponibilidade de P (BEADLE, 1962). Em grandes áreas de trópicos e subtropicos, a capacidade de fixação de P, no solo mineral, é muito alta e assim, a deficiência de P é o fator nutricional mais limitante, para o crescimento da planta (SANCHEZ e SALINAS, 1981).

### **3 DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA**

O Estado de São Paulo pertence à Região Sudeste do Brasil e está situado entre os meridianos de 44° 05' a Oeste de Greenwich e os paralelos de 19° 45' a 25° 10' de latitude Sul. Ocupa uma área de 247.564 km<sup>2</sup>. Limita-se ao Norte com o Estado de Minas Gerais, a Leste com os Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Oceano Atlântico, a Oeste com o Estado de Mato Grosso e ao Sul e Sudoeste com o Estado do Paraná (BRASIL, 1960).

#### **3.1 CLIMA**

Praticamente, todos os fenômenos climáticos têm influência sobre a atividade das plantas e, conseqüentemente, sobre sua produtividade. Por outro lado é, também, sobejamente conhecido que há interrelações e interdependência com os demais componentes do sistema que, também, devem ser considerados (BRASIL, 1983).

No Estado de São Paulo, os mapas climáticos fazem menção a 2 tipos de clima principais, *A* e *C* (BRASIL, 1960).

De acordo com Köeppen, o tipo de Clima *A* apresenta, nesse estado, dois subtipos *Af* e *Aw*. O Clima *Af* é tropical úmido, sem estação seca e, temperatura do mês, mais quente, superior a 18° C; e restringe-se à faixa litorânea. O clima *Aw* é tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno e ocorre no extremo norte e noroeste do estado (BRASIL, 1960).

O tipo de Clima *C* apresenta dois subtipos: *Cf* e *Cw*, subdivididos em *Cwa*, *Cwb*, *Cfa* e *Cfb*.

O Clima *Cwa* é mesotérmico de inverno seco em que a temperatura do mês mais frio é inferior a 18 ° C e a do mês mais quente ultrapassa 22° C. É o tipo climático que abrange a maior área do estado, ocorrendo em 2 regiões distintas: uma grande mancha contínua no Oeste, Centro e Leste do estado e no vale do Paraíba (BRASIL, 1960).

O Clima *Cwb* é mesotérmico de inverno seco em que a temperatura do mês mais quente não atinge 22° C. É o clima característico das terras altas.

*Cfa* é o clima mesotérmico úmido sem estiagem, em que a temperatura média do mês mais quente é maior que 22° C. O clima *Cfb* é mesotérmico e úmido sem estiagem em que a temperatura do mês mais quente não atinge 22° C (BRASIL, 1960).

### 3.1.1 ASPECTOS RELATIVOS AO CLIMA NOS MUNICÍPIOS PERTENCENTES ÀS REGIÕES ADMINISTRATIVAS 1, 3 E 4

Os dados de temperatura e precipitação apresentados (ver Tabela 2, do Anexo) permitiram classificar o clima em São José dos Campos como *Cwa* e em Paraibuna, como *Cfa*. O balanço hídrico conforme THORNTHWAITE e MATHER<sup>1</sup>, (1955), citados por MOTA, (1987, p. 285-294), (ver Gráficos 1 e 2, do Anexo), mostra que o déficit hídrico em São José dos Campos, normalmente, ocorre de abril a setembro, com um mínimo de precipitação em julho e um máximo em setembro. O excedente hídrico no período abrangido foi de 294 mm. Em Paraibuna, o excedente foi da ordem de 433 mm.

Em Itapetininga os dados foram coletados em duas glebas, 11A e 19A, respectivamente, com latitude de 23° 32' S e 23° 33' S. Os dados de precipitação e temperatura, para essas glebas, se tomados com referência ao município de Itapetininga (23° 42' S), classificam o clima como *Cwa*. No entanto, se tomados de acordo o município de Sarapuí (23° 39' S), classificam-no como *Cfa*. Como as coordenadas de Sarapuí são as mais próximas, optou-se em adotar o clima, para esta região, como *Cfa*, sem déficit hídrico. CORREIA (1993) estudando essa mesma fazenda, também adotou esse clima.

Quanto a Angatuba, Itatinga, São Miguel Arcanjo e Itararé, o clima é *Cfa*. O excedente hídrico em Angatuba, durante o período abrangido, foi de 317 mm; em Itatinga, de 375 mm; em São Miguel Arcanjo, de 422 mm e em Itararé, na ordem de 474 mm.

---

<sup>1</sup> THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R.. **The water balance**. Centerton : Laboratory of Climatology, 1955

### 3.1.2 ASPECTOS RELATIVOS AO CLIMA NOS MUNICÍPIOS PERTENCENTES ÀS REGIÕES ADMINISTRATIVAS 5 E 6

Nessas regiões, a distribuição pluvial segue o regime típico de zonas tropicais de baixa altitude, ou seja, verão chuvoso e inverno seco. A sucessão de períodos chuvosos faz-se claramente, marcando com nitidez duas estações: uma seca no inverno, que se estende de abril a setembro, e outra chuvosa, no verão, que se estende de outubro a março (OLIVEIRA; JACOMINE e CAMARGO, 1992).

Os dados de temperatura e precipitação apresentados (ver Tabela 2, do Anexo) permitiram identificar, segundo o sistema de Köppen, um clima tipo *Cwa*, em Altinópolis, São Simão, Santa Rosa de Viterbo, Mogi Guaçu e Brotas.

Os balanços hídricos em Altinópolis, São Simão e Santa Rosa de Viterbo (ver Gráficos 3 e 4, do Anexo), assinalam um período de déficit hídrico que se estende, normalmente, de abril a setembro. Quanto aos excedentes hídricos, no período abrangido, foi de 311 mm em Altinópolis; 440 mm em São Simão e 649 mm em Sta. Rosa de Viterbo. Em Mogi Guaçu e Brotas, o balanço hídrico mostra um déficit hídrico de menor duração (60 dias).

## 3.2 GEOLOGIA E MATERIAL DE ORIGEM

As rochas dos locais de coleta foram identificadas em laboratório. Onde não foi possível coletá-las, a identificação se deu pela análise física e química dos solos e pela utilização do mapa geológico do IPT (1981), escala 1:500.000. Na Tabela 1, está demonstrada a coluna estratigráfica dos locais de coleta e as respectivas litologias.

TABELA 1 - COLUNA ESTRATIGRÁFICA NOS LOCAIS DE COLETA

Local	Cronoestratigrafia		Litoestratigrafia	Litologia
	Era	Período		
Itapira (Fazenda Calunga)	Cenozóica	Quaternário	Formação Rio Claro	arenitos
Brotas, Altinópolis	Mesozóica	Triássico/Jurássico	Formação Botucatu	arenitos bem selecionados avermelhados
Itatinga, Angatuba Sta. Rosa de Viterbo	Mesozóica	Triássico/Jurássico	Formação Pirambóia	arenitos siltico-argilosos
São Simão	Mesozóica	Triássico/Jurássico	Formação Pirambóia/F. Botucatu	arenitos
Mogi Guaçu	Paleozóica	Carbonífero Superior/Permiano Inferior	Supergrupo Tubarão, Grupo Itararé, Formação Aquidauana	arenitos avermelhados
Pilar do Sul, São Miguel Arcanjo	idem	idem	idem	siltitos
Itapetininga (Gleba 19A)	idem	idem	Supergrupo Tubarão, Grupo Guatá, F. Tatuí	siltitos
Itapetininga (Gleba 11A)	idem	idem	Supergrupo Tubarão, Grupo Itararé, F. Itararé	siltitos
Itararé	idem	Devoniano	Formação Furnas	arenitos
São Luiz do Para- itinga, Paraibuna e Biritiba Mirim	Proterozóica Superior		Suites Graníticas Sintectônicas	gnaisses
São José dos Campos	idem		Grupo São Roque	xistos
Pedreira e Itapira (Fazenda Santa Inês)	Proterozóica Inferior		Complexo Amparo	migmatitos

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IPT. Mapa Geológico do Estado de São Paulo - escala 1:500.000.

NOTA: Dados elaborados por Ruth M. B. de Quadros e pelo Prof. Dr. Emerson Carneiro Camargo

Dentre as inúmeras rochas que formam o Estado de São Paulo, destacam-se, pela área que ocupam e pelos solos que dão origem, as seguintes:

- 1- Rochas cristalinas: granitos e gnaisses, filitos, micaxistos, quartzitos, calcários, diabásios, sienitos e andesitos;
- 2- Rochas sedimentares: rochas pelíticas, psamíticas e psefiticas.

### 3.3 COBERTURA VEGETAL

As formações vegetais, neste trabalho, serão denominadas segundo a Classificação do Projeto RADAM (VELOSO; RANGEL FILHO e LIMA, 1991). Para uniformização dos dados, as citações que seguirem outras classificações terão, entre parênteses, a classificação correspondente, segundo esses autores.

De um modo geral, quatro grandes tipos de formações vegetais naturais compunham o Estado de São Paulo (VELOSO; RANGEL FILHO e LIMA, 1991):

- a) Floresta Ombrófila Mista;
- b) Floresta Estacional Decidual e Semidecidual;
- c) Floresta Ombrófila Densa; e
- d) Savana.

No seu processo histórico, esse Estado vem sendo submetido a uma intensa ocupação territorial, que teve como resultante uma substancial redução de suas áreas com vegetação natural (SÃO PAULO, 1993).

Entretanto, enquanto a cobertura da vegetação natural diminuiu, a cobertura vegetal, com espécies exóticas, aumentou.

Com relação ao levantamento qualitativo e quantitativo do reflorestamento em São Paulo, em termos de mapeamento das áreas a nível de gênero, no período de 1990-92 havia um total de 812.523,32 ha reflorestados que representavam 3,27% da área total do Estado, sendo que o reflorestamento com *Eucalyptus spp* era de 610.544,02 ha (2,48%) (SÃO PAULO, 1993), embora fale-se, extra-oficialmente, em mais de 1.000.000 de ha reflorestados.

Do período de 1971-73 a 1990-92, houve um acréscimo de áreas reflorestadas com *Eucalyptus spp* (21,3%), sendo que a produção de papel e celulose aumentou 324% nesse período. O abastecimento industrial do setor tem sido assegurado pelo aumento da

produtividade dos plantios e, em menores proporções, pela matéria-prima proveniente dos plantios localizados fora do estado (SÃO PAULO, 1993).

A espécie mais plantada do Gênero *Eucalyptus*, até o período de 1990-92, era o *E. grandis* Hill ex-Maiden, com cerca de 154.633,52 ha (25%). As áreas reflorestadas com predominância dessa espécie, concentravam-se, principalmente, na Região Administrativa (doravante chamada de R.A.) de Sorocaba. No entanto, nos últimos 20 anos, a R.A. do Vale do Paraíba foi aquela que apresentou os maiores índices, em termos de área plantada (SÃO PAULO, 1993).

No entanto, deve-se salientar que esse aumento de produtividade não significa apenas que as técnicas de manejo, seleção de espécies e clones, e tratamentos culturais (adubação, controle de ervas daninhas) foram mais eficientes mas, sim, que a espécie foi plantada em solos mais férteis e com regimes climáticos mais favoráveis, como é o caso da R.A. do Vale do Paraíba.

Na figura 1 da pág. 38, pode-se visualizar as R.A. do Estado de São Paulo.

### 3.3.1 SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATURAL E DOS REFLORESTAMENTOS, NAS REGIÕES ADMINISTRATIVAS 1 E 3

De acordo com o último levantamento realizado entre 1990-92, a R.A. 1 (São Paulo), apresentava 4,6% de Floresta\*, 14,5% de capoeira e 0,4% de Cerrado (Savana). A R.A. 3 (Vale do Paraíba), continha cerca de 8,5% de Floresta, 7,3% de capoeira e 17% de Campo (Savana Gramíneo-Lenhosa) (SÃO PAULO, 1993).

A R. A. 1 (São Paulo), dentre as regiões amostradas, é a que apresenta a área menos significativa em termos de reflorestamento com *E. grandis*, com cerca de 2.520,39 ha reflorestados, valor este que representa apenas 1,63% do total estimado por SÃO PAULO (1993).

A situação atual e a evolução do reflorestamento com *Eucalyptus spp* na R.A. do Vale do Paraíba, nos últimos 20 anos foi a mais expressiva, quando comparada com as demais regiões do Estado de São Paulo, com um aumento da ordem de 117,3% (44.092,29 ha). Essa R.A., até o período desse levantamento, era a 5ª maior região com plantios de *E. grandis* do estado, com cerca de 11.357,51 ha reflorestados (7,3% do total), de acordo com SÃO PAULO (1993)

---

\* O autor faz referência a “mata” que foi substituída por “floresta” nesse trabalho. E, também, não menciona o tipo de formação florestal.

### 3.3.1.1 Vegetação Anterior ao Reflorestamento

Os municípios de Pedreira, São Luiz do Paraitinga, São José dos Campos, Paraibuna, Biritiba Mirim e a Fazenda Sta. Inês, localizada no município de Itapira, segundo BRASIL (1983), ocorrem em região de Floresta Ombrófila Densa. A região de Floresta Ombrófila Densa ocupa a área tropical mais úmida, com período seco, anual, variando de 0 a 60 dias. Caracteriza-se pela presença de fanerófitas perenifólias, com brotos foliares geralmente desprovidos de proteção contra seca (BRASIL, 1983).

As suas formações são separadas, de acordo com a altitude. Nas regiões em estudo, a Formação, que ocorre, é a Montana, que ocupa uma faixa de altitude de 500 a 1500 metros sob litologia Pré-Cambriana. Ocorre, também, sobre litologia do Paleozóico, em pequena porção, na Bacia do Paraná, onde se consideram ombrófilas as áreas com até 30 dias secos por ano, em virtude da reduzida capacidade de retenção de água, em seus solos (BRASIL, 1983).

### 3.3.2 SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATURAL E DOS REFLORESTAMENTOS, NAS REGIÕES ADMINISTRATIVAS 4, 5 E 6

As regiões 4 e 5 apresentavam, no último levantamento de 1990-92, em relação a área total, uma grande parte de sua vegetação natural (Savana) alterada para o estágio de capoeira (35% e 13%, respectivamente). E, a Região 6, continha no período do levantamento, 2,3% de Floresta, 7,7% de capoeira, 45,3% de Cerradão (Savana Florestada), 28,5% de Cerrado (Savana) e 23,4% do Campo Cerrado (Savana Arborizada) (SÃO PAULO, 1993).

Com respeito aos reflorestamentos, a R.A. 4 (Sorocaba), tem concentrado expressivas áreas, sendo que em 1990-92 apresentava 44,3% de toda a área reflorestada no Estado e a primeira em termos de reflorestamentos com *E. grandis*, perfazendo um total de 54.137,59 ha (35% do total).

A R.A. 5 (Campinas) e a R.A. 6 (Ribeirão Preto) apresentavam, respectivamente, 12,9% e 11,7%, de áreas reflorestadas com *Eucalyptus*, nesse período (SÃO PAULO, 1993). A R. A. 5, era a 3ª região mais reflorestada com *E. grandis*, nesse estado, com cerca de 20.625,77 ha (13,3% do total) e a R. A. 6 era a 2ª região, com cerca de 45.013,44 ha (29% do total) (SÃO PAULO, 1993).



### 3.3.2.1 Vegetação Anterior ao Reflorestamento

Em Altinópolis, Santa Rosa de Viterbo, São Simão, Angatuba e Itatinga, a vegetação natural era Savana Arbórea Aberta, desenvolvendo-se em solos provenientes da decomposição de rochas pobres em bases, como os arenitos e outras rochas pobres, como filitos, siltitos, folhelhos ardorianos, etc. que produzem solos álicos e distróficos, geralmente pouco profundos (BRASIL, 1983).

Em Brotas, a distribuição da vegetação natural apresenta estreita relação com a composição granulométrica, espessura e classe de solos. Como consequência da predominância de solos muito profundos, excessivamente ou muito permeáveis e de baixo potencial nutricional (Areias Quartzosas e Latossolos, textura média), a vegetação natural mais comum era representada pelos Campos Cerrados (Savana Arborizada), Cerrados (Savana) e Cerradões (Savana Florestada). Nas porções mais superiores do relevo, ocorre o Cerrado (Savana) que vai, gradualmente, passando para o Campo Cerrado (Savana Arborizada) nas zonas inferiores, onde o lençol freático é mais elevado (OLIVEIRA e PRADO, 1984).

O Cerrado (Savana) predomina nos solos de textura mais leve: Areias Quartzosas e Latossolos, textura média, enquanto o Cerradão (Savana Florestada), predomina nos solos de textura mais argilosa. Nos solos profundos, de textura argilosa, a vegetação natural predominante era a Floresta Tropical Subcaducifolia (Floresta Estacional Semidecidual) (OLIVEIRA e PRADO, 1984).

Os locais de coleta localizados em Itapetininga, Itararé, Mogi Guaçu, Pilar do Sul, São Miguel Arcanjo e na Fazenda Calunga, em Itapira, estão em área de Tensão Ecológica - Ecótono Savana/Floresta Ombrófila (BRASIL, 1983).

Tensão Ecológica é a denominação dos ecótonos entre duas regiões fitoecológicas, quando a interpenetração de espécies, em seus ambientes, faz com que ora haja uma mistura de espécies formando os ecótonos, ora um contato em forma de incruze. Nesse último caso, cada formação guarda sua identidade, sem se misturar (BRASIL, 1983).

O ecótono Savana/Floresta Ombrófila é mais expressivo na Bacia do Paraná, onde ocorre sob um clima ombrófilo (menos de 30 dias secos por ano), em áreas sedimentares da Formação Itararé, do Permocarbonífero, com relevo pediplanado; ocorre, também, numa pequena área sobre os sedimentos plioleustocênicos, no vale do Paraíba do Sul (BRASIL, 1983).

### 3.4 TRATOS CULTURAIS

Na Tabela 2, estão demonstrados alguns dos tratos culturais realizados em todos os talhões, desde o plantio.

**TABELA 2 - TRATOS CULTURAIS REALIZADOS NOS LOCAIS DE AMOSTRAGEM A PARTIR DO PLANTIO**

MUNICÍPIO	R.A.	GLEBA/ HORTO	TALHÃO	ADUBAÇÃO
Biritiba Mirim	1	G. 5 A G 1 C	34a 5	120 g 06-30-06 / 150 g FAPS
São Luiz do Paraitinga	3	Gleba 13 A	10, 20	310 g 06-30-06 / 250 g FAPS
São José dos Campos	3	G. 25 B G 25 E	9, 10, 11 1 e 2	167 g 06-30-06 / 133 g FAPS
Paraibuna	3	G. 9 B	27	120 g 06-30-06 / 130 g FAPS
São Miguel Arcanjo	4	G. 12 A	5, 5a	140 g 06-30-06 / 200 g FAPS 60 g 15-00-15
			5b	140 g 06-30-06 / 200 g FAPS
São Miguel Arcanjo	4	G 12 A	6a 21a	140 g 06-30-06 / 60 g 15-00-15 140 g 06-30-06 / 200 g FAPS 60 g 15-00-15
Pilar do Sul	4	G. 16 A	9	140 g 06-30-06 / 200 g FAPS*
Itapetininga	4	G. 19 B	18	140 g 06-30-06 / 200 g FAPS 60 g 15-00-15 / 5 T calcáreo Dolomítico
			19, 31	140 g 06-30-06 / 200 g FAPS 60 g 15-00-15
			33	260 g 06-30-06 / 380 g FAPS 80 G 20-00-20
Itapetininga	4	G 11A	17	80 g 20-00-20 / 380 g FAPS 260 g 06-30-06

continuação

conclusão

**TABELA 2 TRATOS CULTURAIS REALIZADOS NOS LOCAIS DE AMOSTRAGEM A PARTIR DO PLANTIO**

MUNICÍPIO	R.A.	GLEBA/ HORTO	TALHÃO	ADUBAÇÃO
Angatuba	4	G. 15 A	86	80 g 10-20-10 70 g FAPS 80 g 10-20-10 Manutenção 1,5 T de cinza
Angatuba	4	G 15 E	6, 7, 8	80 g 10-20-10 / 70 g FAPS 80 g 10-20-10 Manutenção 4,0 T de cinza
Itatinga	4	G. 15 D	22, 23	80 g 10-20-10 / 70 g FAPS 80 g 10-20-10 Manutenção 175 g 14-10-25
Itararé	4	G. 17 C	11a 11b	80 g 20-00-20 / 380 g FAPS 260 G 06-30-06
Mogi Guaçu	5	Horto Nossa Sra. Aparecida	1, 2, 17 e 42	250 kg/ha 10-20-10 150 kg/ha 10-20-10
Itapira	5	Faz. Sta. Inês	4	idem
		Faz. Calunga	6	idem
Pedreira	5	F. Ingatuba	11 e 12	idem
	5	F. Roseira	1 e 3	idem
Brotas	5	Horto Sta Fé B	145,154, 157,166, 168	idem
Altinópolis	6	Horto Águas Virtuosas II, III	26, 135, 140, 141	250 kg/ha 10-20-10 150 kg/ha 15-00-15
Sta. Rosa de Vi- terbo	6	Horto Santa Cristina	133, 188, 205, 210, 212	250 kg/ha 10-20-10 150 kg/ha 10-20-10
São Simão	6	Gleba 21 C	2	150 g 10-20-10 / 130 g FAPS 2,5 T Calcáreo Dolomítico 15 T Composto Orgânico Cobertura 150 g 10-20-10

FONTE: “Empresas Champion” e “Suzano Papel e Celulose”

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 SELEÇÃO DOS TALHÕES**

Para a elaboração deste trabalho, foram selecionadas áreas em diferentes regiões no Estado de São Paulo, que continham plantios de *E. grandis*, com 3 anos de idade, conforme proposto por BELLOTE (1990) e que apresentavam diferenças, quanto ao crescimento e produtividade.

A amostragem foi feita em 56 talhões, num total de 151 parcelas, localizados em 17 municípios do Estado de São Paulo. Os municípios foram agrupados de acordo com a Região Administrativa (RA) do Estado, conforme SÃO PAULO (1993), a saber:

- a) Região 1 (São Paulo) Biritiba Mirim;
- b) Região 3 (Vale do Paraíba) São José dos Campos, São Luiz do Paraitinga e Paraíbauna;
- c) Região 4 (Sorocaba) Itararé, Itatinga, Angatuba, Itapetininga, São Miguel Arcanjo e Pilar do Sul;
- d) Região 5 (Campinas) Brotas, Mogi Guaçu, Pedreira e Itapira;
- e) Região 6 (Ribeirão Preto) Altinópolis, São Simão e Santa Rosa de Viterbo.

Essas 6 Regiões Administrativas apresentam cerca de 86% dos reflorestamentos de *E. grandis* no Estado de São Paulo. A percentagem de reflorestamentos a nível de R.A. foi descrita no item 3.3.

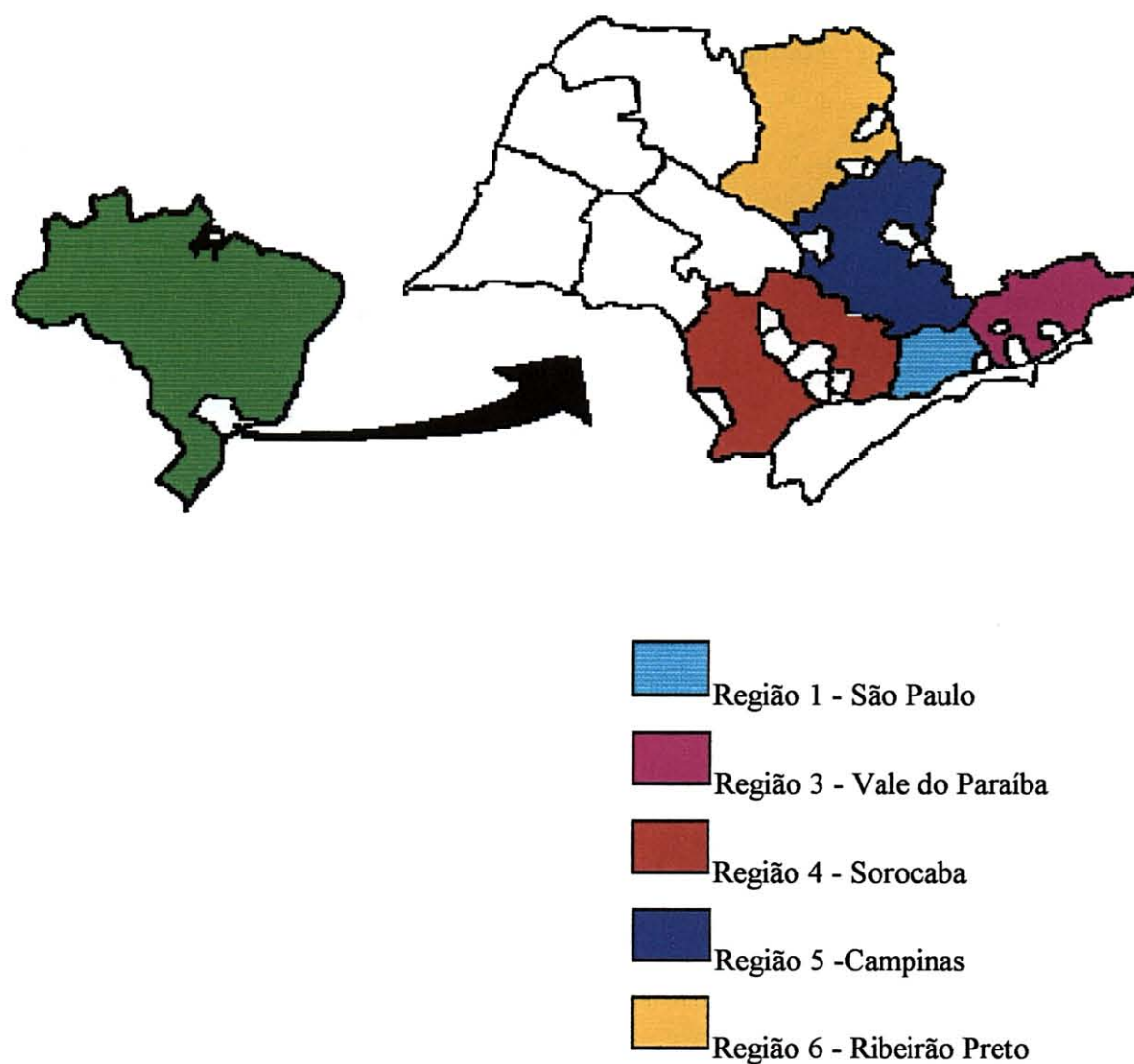
Os dados referentes à altimetria e altitude dos municípios onde foram feitas as coletas, encontram-se na Tabela 1, do Anexo.

A Figura 1, mostra o mapa do Brasil e a posição do Estado de São Paulo, em relação aos demais estados da União. No mapa de São Paulo, estão demarcados os municípios onde foram feitas as coletas, conforme as Regiões Administrativas.

A amostragem foi realizada em plantios pertencentes à Empresa Champion Papel e Celulose S.A. e a Transurbes Agroflorestal Ltda, Empresa esta pertencente ao Grupo Suzano de Papel e Celulose S.A.

As amostras foram coletadas no período de 22/02 a 18/03/94. Devido a dificuldade de obter talhões que completassem 3 anos, nesse período, como proposto por BELLOTE (1990), selecionou-se aqueles que estavam com uma idade bem próxima dessa. Dessa maneira, 75,1% dos plantios estavam completando, na época da coleta, 3,2 a 3,3 anos e o restante, 3,0 (3,5%), 3,1 (8,9%) e 3,4 anos (12,5%).

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DAS REGIÕES ADMINISTRATIVAS DO ESTADO DE SÃO PAULO



## 4.2 DEMARCAÇÃO DAS PARCELAS

As 151 parcelas foram alocadas em lugares distintos quanto ao relevo e/ou, quanto a diferenças visíveis em relação ao crescimento e produtividade, e quanto ao histórico de produtividade dos talhões. O número de parcelas, por talhão, variou de 1 a 5, sendo que na maioria (70%), foram feitas 3 parcelas por talhão. A variação do número de parcelas por talhão, foi necessária devido a heterogeneidade em relação a área do talhão e diferenças na produtividade.

Cada parcela representava uma área de 300m<sup>2</sup> (30 x 10 m) como proposto por GOMES (1988), onde foram medidas as alturas e diâmetros de todas as árvores com *Blume Leis* e Suta, respectivamente. Após essas medições, foram selecionadas as três árvores dominantes, por parcela, para as mensurações referentes ao crescimento e produtividade.

A área ocupada por planta em 78,5% das parcelas foi de 5,94 m<sup>2</sup> a 6,03 m<sup>2</sup>, em 12,6% foi de 7,00 m<sup>2</sup> a 7,50 m<sup>2</sup>, em 7,10% foi de 5,40 m<sup>2</sup> e em 1,8% foi de 4,50 m<sup>2</sup>. A diferença de espaçamento, deve-se ao fato de que nos locais onde a produtividade é menor aumenta-se o espaçamento e onde a produtividade é maior o espaçamento é diminuído.

## 4.3 VARIÁVEIS ANALISADAS

Neste item estão apresentados os dados obtidos em campo, referentes às medições dendrométricas e às coletas das folhas verdes, do solo e dos horizontes orgânicos.

### 4.3.1 IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL

Das árvores de *E. grandis*, foi coletado material botânico fértil e encaminhado ao Herbário do Curso de Engenharia Florestal (EFC), para registro e acervo. O material fértil está

registrado, neste Herbário, dos números 5259 a 5268. Das árvores que se obteve somente material estéril (ramos com folhas), confeccionou-se um herbário de trabalho, o qual foi depositado no Herbário do Curso de Engenharia Florestal.

#### 4.3.2 ÁRVORE DOMINANTE

Das três árvores dominantes derrubadas por parcela foram medidas a circunferência com fita métrica a 0,1 m, 1,0 m, 1,3 m e 2,0 m do solo. Depois de 2,0 m, a medição prosseguiu de 1 em 1 metro até a altura comercial (7 cm de diâmetro). Com esses dados obteve-se o volume, com casca, através do método de SMALLIAN.

Após a derrubada das árvores dominantes foram medidas com trena, a altura total, o diâmetro de copa, a altura da copa e a altura comercial (até 4 cm de DAP).

#### 4.3.3 AMOSTRAGEM DAS FOLHAS

A coleta das folhas, das árvores dominantes, foi feita no terço médio da copa, em folhas maduras, de acordo com BELLOTE (1990). Foi obtida uma amostra composta das folhas, por parcela, para diminuir a variação quanto ao efeito genético do material.

Os dados referentes às medições dendrométricas, feitas na parcela, para haver correspondência com a coleta das folhas, referem-se a média das três árvores dominantes medidas. Foram coletadas um total de 151 amostras.

#### 4.3.4 COLETA DO SOLO

Embaixo da área da copa de uma das árvores derrubadas, foi aberto um micro-perfil de 0,50 x 0,50 x 0,50 m, onde foi coletado solo, nas profundidades de 0 - 5 cm, 5 - 10 cm, 10 - 20 cm e 20 - 30 cm. A escolha do local deve-se ao fato de aí se encontrar o maior número de raízes absorventes.

Os primeiros 10 cm apresentam-se subdivididos a uma profundidade de 5 cm, diferentemente das duas últimas profundidades que estão a 10 cm, visto que em pesquisas anteriores (BELLOTE, 1990), já foi constatada essa necessidade.

#### 4.3.5 CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

A identificação do solo foi feita de acordo com a Classificação Brasileira (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1988).

#### 4.3.6 AMOSTRAGEM DOS HORIZONTES ORGÂNICOS

No mesmo micro-perfil, aberto para a coleta do solo, foram coletadas os horizontes orgânicos, obedecendo as disposições **L**, **F** e **H**, segundo metodologia proposta por HESSELMAN<sup>2</sup> (1926), citado por PRITCHETT e FISHER (1987, p. 57). Essa metodologia é adotada e ensinada no Curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal do Paraná. Foram analisados apenas os horizontes **L<sub>n</sub>** e **L<sub>v</sub>**, por serem os mais típicos, totalizando 280 amostras e por não apresentarem contato com o solo.

O horizonte orgânico **L<sub>n</sub>** (n= **novus** do Latin), por definição são resíduos da parte aérea, inalterados após a queda. É um horizonte que sempre se apresenta solto sobre os demais.

O horizonte orgânico **L<sub>v</sub>** (v= **verändert** do Alemão) é composto por resíduos da parte aérea que apresentam um certo grau de alteração em relação ao recém caído e são, facilmente identificáveis com a origem. As alterações se caracterizam por serem perceptíveis: desbotamento, fragmentação do material e agregações produzidas por hifas de fungos.

### 4.4 ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS

Os teores químicos das folhas, dos horizontes orgânicos, e as propriedades físicas dos solos foram analisadas no Laboratório de Nutrição de Plantas, da Universidade Federal do

---

<sup>2</sup> HESSELMAN, H. Studier over barrskogens humustache, dess egenskaper och beroende av skogsvarden. *States Skogsforsoksanst Meddel.* v. 22, p.169 - 552, 1926



Paraná, no Setor de Ciências Agrárias, em Curitiba-PR. As análises químicas de solo, foram determinadas no Laboratório de Solos da EMBRAPA-Florestas, em Colombo-PR.

#### 4.4.1 ANÁLISES QUÍMICAS DAS FOLHAS E DOS HORIZONTES ORGÂNICOS

O preparo e digestão das amostras foram feitos pelo método via seca, de acordo com as descrições feitas por HILDEBRAND et al. (1976/77). As cinzas obtidas após a queima em mufla (500° C), foram solubilizadas em HCl 10% e os elementos foram determinados através dos seguintes processos:

- a) P com molibdato-vanadato de amônio, determinado em espectrofotômetro UV/VIS-554 P.E;
- b) Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Al, em espectrofotometria de absorção atômica 2380 P.E;
- c) K através de emissão de chama em espectrofotometria de absorção atômica 2380 P.E.

A determinação do N foi feita pelo método Micro Kjeldahl, em Destilador de Proteínas, pesando-se, 0,20 g de amostra, de acordo com as descrições de TEDESCO; VOLKWEIS e BOHNEN (1985).

O B foi analisado por colorimetria com azometine H (BASSON; BÖHMER e STANTON<sup>3</sup>, 1969 citados por HILDEBRAND et al., 1976/77) após solubilização em HCl 0,1 N, de acordo com FIALA (1973).

Os teores de C contidos nas folhas e nos horizontes orgânicos foram determinados, segundo o método Walkley e Black, descrito por PAVAN et al. (1992). O peso das amostras foi em torno de 0,1 a 0,2 gramas.

#### 4.4.2 ANÁLISES QUÍMICAS E GRANULOMÉTRICAS DO SOLO

As amostras de solos foram secadas ao ar e peneiradas em malha de 2 mm para todas as análises (TFSA), com exceção das análises de C e N, onde foi usada malha 0,2 mm. Para a determinação de todas as análises, as amostras foram pesadas, para aumentar a precisão.

---

<sup>3</sup> BASSON, W.R.; BÖHMER, R.G.; STANTON, D.A. An automated procedure for the determination of boron in plant tissue. *Analyst*, v. 94, p. 1135 - 1141, 1969

O P assimilável, o  $K^+$  e o  $Na^+$  trocáveis, foram extraídos com  $HCl$  0,05 N +  $H_2SO_4$  0,025 N; o pH com  $CaCl_2$ ;  $Ca^{+2}$  +  $Mg^{+2}$  e  $Al^{+3}$  trocáveis extraídos com  $KCl$  1N, conforme descrito por BLOISE; MOREIRA e DYNIA (1979).

Os teores de  $Ca^{+2}$  +  $Mg^{+2}$  não foram separados já que o método de titulação usado é pouco preciso, quando as quantidades são baixas,  $< 1 \text{ cmol}_e/\text{Kg}$ .

A acidez potencial foi determinada através de solução tampão SMP, conforme descrição de RAIJ e QUAGGIO (1983). Já, o C foi determinado pelo método Walkley e Black, conforme descrito por PAVAN et al. (1992). O N foi analisado segundo o método Semi-micro Kjeldahl, TEDESCO; VOLKWEIS e BOHNEN (1985), em Destilador de Proteínas. Pesou-se 0,5 g de amostra.

As análises granulométricas foram feitas pelo Método da Pipeta, com fracionamento em areia grossa e areia fina, segundo descrição feita pela EMBRAPA (1979).

#### 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise dos itens 5.2.1 e 5.2.2, foi utilizado o Teste  $t$ , por médias pareadas.

Para análise dos itens 5.2.3, foram realizadas três análises de fatores, para as 98 variáveis. E, no item 5.2.4, os resultados das análises de fatores foram submetidos à equações de regressão.

Foi escolhida a análise de fatores para avaliar a influência das propriedades e características físicas e químicas dos solos e dos teores químicos das folhas e do horizonte orgânico  $L_n$ , na produtividade do *E. grandis*, depois de intensa e criteriosa análise dos dados.

Para a definição dos fatores, as variáveis foram padronizadas, para evitar problemas com unidades e magnitude, assim como, influência indevida de uma variável com alta variância na estimativa dos pesos dos fatores. Em seguida, testou-se os métodos de Máxima Verossimilhança e Componentes Principais e, como os resultados não foram discrepantes, utilizou-se o método dos Componentes Principais que proporcionou uma matriz de resíduos menor, sem exigência de normalidade dos dados.

A escolha do número dos fatores foi baseada no método de KAISER (autovalores  $> 1$ ),

que proporcionou um menor número de fatores e fácil interpretação, após a rotação varimax. A seguir, obteve-se o coeficiente dos escores fatoriais.

De posse das novas variáveis, correlacionou-se as variáveis independentes com as variáveis dependentes para as classes de solo Areia Quartzosa, Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Escuro, textura média, Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa e muito argilosa, Cambissolo e Podzólico. Para o ajuste da equação, utilizou-se o método *Stepwise forward*, do programa *STATISTICA*®, utilizando a tolerância mínima de 0,60.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo, serão apresentados os valores médios de todas as variáveis obtidas nos plantios de *E. grandis*, avaliadas pela média geral (sem distinção de classe de solo) e pela média por classe de solo.

Num primeiro momento, será feita uma abordagem da influência de alguns fatores de formação e dos solos no crescimento do *E. grandis*. Os teores químicos e as características físicas serão abordadas conjuntamente. Num segundo momento, serão demonstradas as médias dos elementos químicos determinados nas folhas e nos horizontes orgânicos, por classe de solo, através do Teste *t*, por médias pareadas. Em seguida, será feita uma abordagem de todas as variáveis determinadas, através da análise de fatores, para posterior análise de regressão das novas variáveis geradas pela análise de fatores.

### **5.1 CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS**

As 151 parcelas amostradas estavam sobre as seguintes classes de solo:

- a) Areia Quartzosa (AQ) - 47 parcelas;
- b) Latossolo Vermelho Amarelo, textura média (LV) - 27 parcelas;
- c) Latossolo Vermelho Escuro, textura média (LE<sup>1</sup>) - 12 parcelas;
- d) Latossolo Vermelho Escuro, textura argilosa e muito argilosa (LE<sup>2</sup>) - 28 parcelas;
- e) Cambissolo e Cambissolo Podzólico, textura média a argilosa (C<sub>d</sub>) - 25 parcelas
- f) Podzólico Vermelho Amarelo, textura média/argilosa e argilosa/muito argilosa (PV) - 12 parcelas.

Para fins de análise estatística, as classes Cambissolo e Cambissolo Podzólico foram analisadas juntamente. Uma das razões foi o n° reduzido de parcelas no Cambissolo Podzólico (2 parcelas) e, também, pelo fato desses solos estarem numa mesma região, sob mesmo clima.

A classificação completa, por talhão, encontra-se na Tabela 3, do Anexo.

Doravante, o Cambissolo e o Cambissolo Podzólico serão denominados de C<sub>d</sub>, já que 75% dos Cambissolos estudados são distróficos. As demais classes serão também, denominadas pelos símbolos entre parênteses, conforme página anterior.

## 5.2 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO

Neste item, será analisada a influência da classe do solo, vegetação natural, material de origem, fertilidade, e textura dos solos no crescimento do *E. grandis*. No item seguinte, serão demonstrados os teores químicos das folhas e dos horizontes orgânicos L<sub>n</sub> e L<sub>v</sub>.

### 5.2.1 INFLUÊNCIA DO MATERIAL DE ORIGEM, DA VEGETAÇÃO NATURAL, DO CLIMA E DOS SOLOS, NO CRESCIMENTO DO *E. grandis*

Na Tabela 3, estão demonstrados os valores médios, máximos, mínimos e o CV% das variáveis dendrométricas medidas, no *E. grandis*. E, na Tabela 4, do Anexo, está o Teste *t*, por médias pareadas, referente aos dados dessa Tabela.

Os valores estão apresentados pela média geral (sem distinção de classe de solo) e por classe de solo. O valor médio geral refere-se a 151 observações, como descrito no item 5.1.

A HDOM (altura dominante) e o VOL (volume com casca) médios obtidos no LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV foram maiores que os valores médios gerais. O CAP médio do Eucalipto sobre C<sub>d</sub> e PV está acima da média geral.

Comparando o crescimento do *E. grandis* nas classes de solo estudadas, observa-se que a HDOM média e o VOL médio, na AQ, foram menores que as médias obtidas em todos os solos. Sendo que a HDOM média e o VOL médio do Eucalipto que cresce sobre LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV não diferiram entre si e foram maiores que na AQ, LV e LE<sup>1</sup>.

Com relação aos demais parâmetros de crescimento, apenas a altura de copa, no C<sub>d</sub>, foi maior que a média geral e maior que a média de todos os solos, com exceção do PV.

O diâmetro de copa diferiu muito pouco entre os solos, talvez pelo fato dessa variável estar condicionada ao espaçamento entre árvores que não variou muito, entre os talhões amostrados, conforme demonstrado no item 4.2.

TABELA 3 - VALORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% DAS VARIÁVEIS DETERMINADAS POR CLASSE DE SOLO E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), NOS PLANTIOS DE *E. grandis*

SOLO	HDOM (m)				CAP (cm)				VOL (m <sup>3</sup> )			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
AQ	16,5	20,2	11,1	11,8	42,4	49,8	33,0	8,7	0,11	0,18	0,05	25,4
LV	18,4	21,9	13,7	12,5	43,8	50,8	33,3	11,1	0,13	0,19	0,06	30,9
LE <sup>1</sup>	18,2	22,2	16,5	8,6	44,4	49,3	40,7	4,9	0,12	0,18	0,10	18,1
LE <sup>2</sup>	19,9	22,6	17,4	6,8	46,3	55,2	37,0	8,1	0,15	0,25	0,10	21,1
C <sub>d</sub>	20,6	22,8	16,4	8,8	49,0	56,2	40,0	9,7	0,17	0,23	0,09	23,7
PV	20,1	24,3	16,2	12,7	48,4	54,5	40,3	9,0	0,17	0,25	0,08	31,1
Média	18,5	24,3	11,1	13,4	45,1	56,2	33,0	10,5	0,14	0,25	0,05	31,7

SOLO	ALTURA DE COPA (m)				DIÂMETRO DE COPA (m)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
AQ	7,1	17,0	8,4	12,1	2,6	3,6	1,9	12,5
LV	6,7	8,6	4,7	16,6	2,3	3,0	1,8	14,2
LE <sup>1</sup>	7,0	8,3	5,4	11,6	2,5	3,1	1,8	13,3
LE <sup>2</sup>	7,1	9,6	5,5	16,1	2,2	2,7	1,9	10,0
C <sub>d</sub>	7,6	10,6	5,5	15,1	2,6	4,5	1,6	22,4
PV	7,4	8,5	6,0	11,4	2,6	3,0	2,3	8,5
Média	7,1	10,6	4,7	14,5	2,5	4,5	1,6	15,8

Na Tabela 4 estão demonstrados alguns fatores que podem ter contribuído para o maior crescimento do *E. grandis* nas classes LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV, em relação ao menor crescimento nas classes AQ, LV e LE<sup>1</sup>.

Observa-se que onde o crescimento foi maior - classes LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV -, a vegetação natural anterior era mais desenvolvida que a que ocorria nas classes AQ, LV e LE<sup>1</sup>. Embora, não se saiba quem é a causa e quem é o efeito, a vegetação natural, também, está em concordância com o tipo de material de origem, com o tipo de horizonte A e com o tipo de clima.

Esses fatos comprovam que a produtividade média é produto da interação desses fatores e, que disso, depende o equilíbrio desses ecossistemas. Não importa saber quem é o principal responsável, pois todos são importantes na mesma proporção.

TABELA 4 - VEGETAÇÃO NATURAL, MATERIAL DE ORIGEM, CLIMA E TIPO DE HORIZONTE A, PREDOMINANTES NAS CLASSES DE SOLO ESTUDADAS

SOLO	VEGETAÇÃO NATURAL	MATERIAL DE ORIGEM	TIPO DE HORIZONTE A	CLIMA
AQ	Savana	arenito	A fraco e moderado	Cfa e Cwa
LV	Savana	arenito	A moderado	Cfa e Cwa
LE <sup>1</sup>	Savana	arenito	A proeminente	Cwa
LE <sup>2</sup>	Savana/Floresta Ombrófila	siltito	A proeminente	Cfa
C <sub>d</sub>	Floresta Ombrófila Densa	xisto e migmatito	A proeminente	Cfa e Cwa
PV	Floresta Ombrófila Densa	gnaisse	A proeminente	Cfa

Dessa maneira, é importante compreender que não se pode pensar em exaustão dos solos - buscar o crescimento máximo - e, também, não se pode pensar em subutilização desses solos - crescimento mínimo. Pois, nos dois casos, é o desequilíbrio a forma predominante. A partir do entendimento do conceito do equilíbrio pode-se, então, estudar o que está carente e o que está em excesso, em cada classe de solo, para conseguir a diminuição das variações em relação a média.

Conforme poderá ser visto nas Tabelas 5, 6 e 7, as propriedades químicas e físicas dos solos, também, estão em equilíbrio entre si, e o crescimento é função desse equilíbrio.

Tanto para a discussão dos teores químicos como das propriedades físicas, as classes de solos serão divididas em dois grupos distintos, conforme a produtividade do *E. grandis*:

a) classes AQ, LV e LE<sup>1</sup>;

b) classes LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV.

Na Tabela 5, estão demonstrados os teores médios determinados de N total, C orgânico, K<sup>+</sup>, P, Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, Al<sup>+3</sup> e H<sup>+</sup> + Al<sup>+3</sup> nas 6 classes de solo estudadas e a média geral. E, nas Tabelas 9 e 10, do Anexo, está o Teste *t*, por médias pareadas, referente aos dados dessa Tabela, em relação às profundidades de cada solo e às diferenças de fertilidade

entre as classes de solo, respectivamente. O número de observações, por classe de solo, é o mesmo descrito no item 5.1.

De uma maneira geral, os teores de N, K<sup>+</sup>, C e Na<sup>+</sup>, na profundidade 0-5 cm, foram maiores que os teores determinados nas profundidades 10-20 cm e 20-30 cm, para todos os solos, com exceção do teor de C na profundidade 10-20 cm na AQ que foi igual, estatisticamente, à profundidade 0-5 cm (ver análise estatística na Tabela 9, do Anexo).

Quanto as profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm, os teores desses 4 elementos não apresentaram um comportamento semelhante por classe de solo, ora foram semelhantes em alguns solos, ora diferentes. Da mesma forma com respeito as profundidades 5-10 cm e 10-20 cm e as profundidades 10-20 cm e 20-30 cm.

A constatação de que os maiores teores de N e C encontram-se nas primeiras profundidades e que diminuem com a profundidade, está de acordo com o citado pela literatura (TISDALE et al., 1993; SADZAWKA et al., 1995).

O teor de N, observado nas diferentes classes de solo, dá uma informação da quantidade de C desses solos, pois sabe-se que o N é um elemento essencialmente orgânico (DIEST, 1978, WARING e SCHLESINGER, 1985; SADZAWKA et al., 1995). Logo, a quantidade de matéria orgânica, desses solos, é a grande responsável pela manutenção do N nessas condições, contribuindo, dessa forma, para o seu aumento nas classes C<sub>d</sub>, PV e LE<sup>2</sup> que são as classes onde os teores de N foram mais altos e, estatisticamente, iguais entre si.

Comparando a quantidade de C na profundidade de 0-5 cm, nas diferentes classes de solos, observa-se que o LE<sup>2</sup>, PV e C<sub>d</sub> apresentaram quase 3 vezes mais C, nessa profundidade, que a AQ. Esse fato demonstra a influência da textura dos solos na preservação da matéria orgânica. A influência da textura será discutida mais adiante. Entretanto, pode-se visualizar os seus teores na Tabela 8.

Na AQ, a matéria orgânica é rapidamente oxidada (PRITCHETT e FISHER, 1987) devido a alta temperatura dos solos e, onde há mais argila, ela é preservada pela fixação por substâncias húmicas, na forma de complexos organo-minerais (STEVENSON, 1982; KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 1992).

O teor de C, encontrado no LE<sup>2</sup>, está acima do que ADÁMOLI et al. (1986) estabeleceram para Latossolos de textura argilosa, na região de Savanas (de 0,5 a 2,4 g/100 g nos horizontes superficiais, decrescendo até 0,2 g/100g nos horizontes inferiores). No LE<sup>2</sup>



desse estudo, o C variou de 0,6 a 9,5 g/100 g de 0-30 cm, bem acima do encontrado por esses autores (ver Tabela 5, do Anexo).

O teor máximo de C, encontrado no LE<sup>2</sup>, foi maior que o encontrado no C<sub>d</sub> e PV, podendo indicar que em alguns talhões localizados naquele solo, a mineralização da matéria orgânica pode estar sendo mais lenta que nos dois últimos (ver Tabela 5, do Anexo). Estudos com respeito à mineralização da matéria orgânica são importantes, para que os nutrientes, contidos nessa matéria orgânica indecomposta, possam ser liberados, aumentando a quantidade de nutrientes disponíveis à planta.

Inúmeros trabalhos demonstram o aumento da produtividade em *Eucalyptus sp* com o aumento dos teores de matéria orgânica, através de sua influência benéfica nas características físicas e químicas dos solos (RODRIGUES; VASTANO e SILVA, 1986; BELLOTE, 1990; STAPE e ZANI FILHO, 1990; FONSECA et al., 1993 b; MORO, 1994; BELLOTE et al., 1995; GREZ e GERDING, 1995; SANTOS et al., 1995; COSTA et al., 1995).

Com relação ao acúmulo de K<sup>+</sup> na superfície, LIMA (1986) comenta que ele é devido à ciclagem biogeoquímica, pela lixiviação desse nutriente das folhas e tronco, pela água das chuvas. Para GALO (1993), a queda do material orgânico faz com ele permaneça nos horizontes superficiais onde a atividade de absorção das raízes é mais intensa.

Com relação aos teores de K<sup>+</sup>, pode-se observar, ainda, na Tabela 5, que os teores determinados nas classes C<sub>d</sub> e PV não diferiram entre si e foram maiores que os teores obtidos nas classes LE<sup>1</sup>, LV e AQ. Pode-se observar, entretanto, que a liberação de K<sup>+</sup> pode estar sendo maior nas classes AQ e LV (53% e 50%, respectivamente), do que nas classes C<sub>d</sub>, PV e LE<sup>2</sup> (38%, 34% e 37%, respectivamente). A pouca liberação de K<sup>+</sup> na classe LV (34%), em relação a AQ e LE<sup>1</sup>, pode ser devido ao fato da maior CTC efetiva na profundidade de 0-5 cm (Tabela 6).

É interessante observar de que quando analisa-se a saturação de K<sup>+</sup> da CTC efetiva, por exemplo, na profundidade de 0-5 cm, são encontrados os seguintes valores:

K<sup>+</sup>% CTC na AQ = 1,76%

K<sup>+</sup>% CTC no LV = 2,55%

K<sup>+</sup>% CTC no LE<sup>1</sup> = 4,41%

K<sup>+</sup>% CTC no LE<sup>2</sup> = 2,00%

K<sup>+</sup>% CTC no C<sub>d</sub> = 3,41%

K<sup>+</sup>% CTC no PV = 2,68%.

TABELA 5 - TEORES MÉDIOS DE N, K<sup>+</sup>, P, C, Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, Al<sup>+3</sup> e H<sup>+</sup> + Al<sup>+3</sup> NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS POR CLASSE DE SOLO E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), EM PLANTIOS DE *E. grandis*

SOLO	N (g/100 g)			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	0,066	0,057	0,051	0,040
LV	0,089	0,068	0,061	0,048
LE <sup>1</sup>	0,082	0,085	0,056	0,044
LE <sup>2</sup>	0,205	0,151	0,133	0,112
C <sub>d</sub>	0,268	0,200	0,172	0,132
PV	0,340	0,272	0,228	0,184
Média	0,152	0,119	0,102	0,082

SOLO	C (g/100 g)			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	1,1	1,1	1,0	0,8
LV	1,9	1,2	1,2	0,9
LE <sup>1</sup>	1,6	1,4	0,9	0,8
LE <sup>2</sup>	3,6	2,6	2,3	2,1
C <sub>d</sub>	3,5	2,5	1,9	1,5
PV	3,4	2,5	2,4	2,0
Média	2,3	1,8	1,5	1,3

SOLO	K <sup>+</sup> (µg/g)			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	13	9	8	7
LV	23	11	12	8
LE <sup>1</sup>	24	15	12	12
LE <sup>2</sup>	40	20	19	15
C <sub>d</sub>	60	41	27	23
PV	46	29	21	16
Média	31	19	15	12

SOLO	P (µg/g)			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	10	7	5	5
LV	24	13	6	2
LE <sup>1</sup>	21	13	8	6
LE <sup>2</sup>	3	2	3	1
C <sub>d</sub>	8	16	10	9
PV	3	2	1	1
Média	11	7	4	3

continua

TABELA 5 TEORES MÉDIOS DE N, K<sup>+</sup>, P, C, Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, Al<sup>+3</sup> e H<sup>+</sup> + Al<sup>+3</sup> NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS POR CLASSE DE SOLO E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), EM PLANTIOS DE *E. grandis* conclusão

SOLO	Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> (cmol/kg)			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	0,7	0,4	0,3	0,3
LV	1,0	0,3	0,2	0,2
LE <sup>1</sup>	0,3	0,3	0,3	0,2
LE <sup>2</sup>	2,4	0,9	0,7	0,6
C <sub>d</sub>	1,7	1,1	0,9	1,0
PV	1,3	0,7	0,5	0,6
Média	1,2	0,6	0,5	0,5

SOLO	Na <sup>+</sup> (µg/g)			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	2	1	1	1
LV	5	2	1	1
LE <sup>1</sup>	4	3	2	2
LE <sup>2</sup>	11	5	4	3
C <sub>d</sub>	6	3	3	2
PV	9	5	3	2
Média	6	3	2	2

SOLO	Al <sup>+3</sup> (cmol/kg)			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	0,91	0,96	0,89	0,73
LV	1,32	1,01	0,91	0,87
LE <sup>1</sup>	0,94	0,97	0,79	0,71
LE <sup>2</sup>	2,44	2,21	2,21	1,90
C <sub>d</sub>	2,51	2,22	2,06	1,62
PV	2,92	2,47	1,98	1,59
Média	1,69	1,53	1,41	1,18

SOLO	H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> (cmol/kg)			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	3,4	3,4	2,9	2,3
LV	5,9	3,8	3,4	3,1
LE <sup>1</sup>	4,3	4,4	3,6	3,2
LE <sup>2</sup>	11,5	10,0	9,8	9,5
C <sub>d</sub>	9,8	8,2	6,8	5,7
PV	10,1	8,4	6,7	5,5
Média	7,0	6,0	5,3	4,7

Ou seja, nas três últimas classes,  $K^+$  está sendo melhor utilizado, pois o aumento demonstrado na Tabela 5, é aparente.

Da mesma maneira que para  $K^+$ , os maiores teores de  $Na^+$ , na profundidade de 0-5 cm, em relação a 5-30 cm, em todos os solos, podem ser devidos aos mesmos motivos que causaram o acúmulo de  $K^+$ . Apenas nas classes  $LE^1$  e PV, os teores de  $Na^+$  na profundidade de 5-10 cm foram, estatisticamente, semelhantes aos teores na profundidade 0-5 cm.

Ressalta-se, os altos teores de  $Na^+$ , no  $LE^2$  e PV, na profundidade de 0-5 cm, que foram maiores que os teores determinados, nessa profundidade, nos demais solos e iguais entre si. Pode-se supor que os aumentos de  $Na^+$  nessas classes de solo, sejam devidos ao efeito residual de adubações, já que devido a ação do intemperismo nesses solos, é pouco provável que esse  $Na^+$  possa ser proveniente do material de origem.

Os teores de  $Ca^{+2} + Mg^{+2}$  foram maiores, estatisticamente, na profundidade 0-5 cm em relação as profundidades de 5 a 30 cm, nas classes AQ e LV e, foram maiores, na profundidade de 0-5 cm, em relação as profundidades de 10-20 cm e 20-30 cm no  $LE^1$  e  $LE^2$ . Com relação a profundidade de 5-10 cm, os teores de  $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ , na AQ, foram maiores que os teores médios nas profundidades de 10-20 cm e de 20-30 cm (ver Tabela 9, do Anexo).

Em termos absolutos os teores de  $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ , em  $C_d$  e PV foram maiores que nos demais solos (ver Tabela 10, do Anexo).. Entretanto, como pode ser visto na Tabela 6, a V% desses solos é estatisticamente igual, demonstrando que essa variável (V%) desse ser interpretada com cautela, já que é um valor relativo que leva em consideração a CTC dos solos.

Os teores de P foram maiores, estatisticamente, na profundidade de 0-5 cm, em relação as profundidades de 10-20 cm e 20-30 cm, em todos os solos, com exceção da média obtida sobre  $LE^2$ , na profundidade de 10-20 cm, que foi, estatisticamente, igual. Os teores médios determinados nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm foram, estatisticamente, semelhantes em todos os solos, com exceção do PV, onde o teor foi maior na profundidade de 0-5 cm. Observa-se, ainda, que os teores médios de P, de 5-10 cm, foram maiores que os teores determinados a 20-30 cm, nas classes  $LE^1$  e  $C_d$ .

Alguns fatores que contribuem para o aumento dos teores de P em superfície, incluem, a sua pouca mobilidade nos solos (MENGEL e KIRKBY, 1987; TISDALE et al., 1993), a reciclagem com adição de P orgânico na superfície, ao maior teor de C superficial e a influência da adubação.

Com relação a interpretação dos teores de P disponíveis, por classe textural, de acordo com RECOMENDAÇÕES ... (1994), na AQ e no LE<sup>2</sup>, os teores encontram-se nos níveis muito baixo a baixo, no LV e LE<sup>1</sup>, de muito baixo a alto, no PV, de limitante a baixo e no C<sub>d</sub>, de médio a suficiente. Conforme pode ser visto na Tabela 2 (págs. 35-36), no C<sub>d</sub>, a aplicação de P foi mínima. Por esse motivo, os níveis adequados de P nessa classe de solo indicam que são influência do material de origem. Por outro lado, em relação ao PV - solo mais crítico em relação aos teores de P disponível - o inverso, também, é verdadeiro.

Os teores médios de  $H^+ + Al^{+3}$  foram maiores na profundidade 0-5 cm em relação às profundidades 10-20 cm e 20-30 cm, com exceção das médias obtida no LE<sup>2</sup>, que foram, estatisticamente, iguais nessas duas profundidades, em relação a 0-5 cm. Com relação à profundidade de 5-10 cm, os teores médios de  $H^+ + Al^{+3}$  foram maiores que as médias obtidas na profundidade de 10-20 cm, em todos os solos, com exceção da classe LE<sup>2</sup>. Os teores de  $H^+ + Al^{+3}$ , na profundidade de 5-10 cm, foram, ainda, maiores que as médias obtidas de 20-30 cm, em todas as classes de solo, com exceção das classes LE<sup>2</sup> e LV. Já com relação as profundidades de 10-20 cm e 20-30 cm, observa-se que apenas na AQ os teores médios foram, estatisticamente, diferentes.

Observa-se que os teores de  $H^+ + Al^{+3}$  determinados no LE<sup>2</sup>, foram maiores que os teores determinados em todas as profundidades, em relação a média geral e, em relação aos teores de 10 a 30 cm, no PV, e de 5 a 30 cm, no C<sub>d</sub> (ver Tabela 10, do Anexo). Esse fato pode significar que uma alteração do pH nessa classe de solo é bastante difícil devido ao alto poder tampão desses solos. A textura demonstrada na Tabela 7 é a grande responsável por essa propriedade.

Os teores de  $Al^{+3}$  foram maiores na profundidade de 0-5 cm em relação à profundidade 20-30 cm, em todos os solos, com exceção da classe LE<sup>2</sup>, onde os teores foram semelhantes. Já os teores de  $Al^{+3}$ , na profundidade 5-10 cm, foram maiores, estatisticamente, que os teores na profundidade de 20-30 cm, nas classes AQ, LE<sup>1</sup> e PV. Com relação a profundidade de 10-20 cm e 20-30 cm, os teores de  $Al^{+3}$  foram maiores, na primeira em relação a segunda, nas classes AQ, LE<sup>2</sup> e PV.

Nas classes LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV, os teores de  $Al^{+3}$  foram, estatisticamente, iguais em todas as profundidades e maiores que a média geral, com exceção do teores de  $Al^{+3}$ , na profundidade de 20-30 cm, no PV, que foi, estatisticamente, igual a média geral.

Nas condições deste estudo, o alto teor de  $Al^{+3}$  em relação a CTC efetiva (que será discutido na Tabela 6), pode ser o resultado da dissolução dos minerais de argila e óxidos de Alumínio, surgindo em solução na forma de  $Al^{+3}$  (ALVAREZ, 1985) devido o material de origem ser derivado de rochas ácidas (ver Tabela 1, pág. 30).

Embora as classes  $LE^2$ ,  $C_d$  e PV apresentem altos teores de  $Al^{+3}$ , pode-se visualizar na Tabela 7, que a m% é estatisticamente igual para todas as classes. Logo, em termos de toxidez de  $Al^{+3}$  todas as classes apresentam a mesma tendência.

Desses resultados, pode-se perceber a importância dos primeiros 10 cm na determinação da fertilidade, já que foram nessas primeiras profundidades que os teores dos elementos citados estavam em maiores concentrações que nas duas últimas profundidades.

Isso pode ser indício que, em termos médios, a ciclagem de nutrientes é mais intensa nos primeiros 10 cm e, dessa forma, importante na produtividade. Este fato está de acordo com a literatura (BARROS et al., 1986; GONÇALVES; DEMATÊ e COUTO, 1990; MELO, 1994).

Ainda com respeito a fertilidade dos solos, na Tabela 6, estão demonstrados os valores médios do pH, da Soma de Bases (S.B.), da CTC efetiva, da Saturação de Bases (V%) e da Saturação em Al (m%). Na Tabela 11, do Anexo, está o Teste *t*, por médias pareadas, referente aos dados dessa Tabela.

Em relação ao pH, ressalta-se o valor determinado a 0-5 cm de profundidade, no PV, que foi menor que o determinado no  $C_d$  e  $LE^2$ . Na profundidade de 5 a 20 cm, o menor valor foi determinado na AQ, em relação a LV,  $LE^1$  e média geral. Na profundidade de 20-30 cm, ressaltam-se os maiores valores determinados nas classes  $LE^2$  e  $C_d$ , em relação ao PV e média geral.

Os menores valores de pH nas primeiras profundidades podem ser devido a maior atividade de  $H^+$  e  $Al^{+3}$  nessas profundidades, conforme já foi demonstrado na Tabela 5.

De todas as variáveis analisadas, a V% e a m% foram as que menos variaram entre os solos (ver análise estatística na Tabela 10, do Anexo). Isso é o maior indicativo do equilíbrio químico, existente nesses solos, o que também já foi demonstrado na discussão dos teores químicos.

De um modo geral, todas as saturações médias, com Al, estão altas, podendo-se classificar, por esses valores médios, o caráter epiálico do horizonte superficial desses solos. Esse fato pode ser comprovado pela V% baixa, para todos os solos.

Observa-se, para todos os solos, que a m% mínima foi encontrada até 5 cm. Isso é influência dos tratos culturais e da ciclagem de nutrientes que são mais efetivos, nessa profundidade.

TABELA 6 - VALORES MÉDIOS DE pH, CTC EFETIVA, S.B., m% e V% NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS POR CLASSE DE SOLOS E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), EM PLANTIOS DE *E. grandis*

SOLO	pH (CaCl <sub>2</sub> )			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	3,97	3,93	3,98	4,10
LV	4,06	4,09	4,12	4,15
LE <sup>1</sup>	4,03	4,03	4,10	4,12
LE <sup>2</sup>	4,29	4,27	4,26	4,27
C <sub>d</sub>	4,07	4,16	4,24	4,34
PV	3,80	3,97	4,09	4,19
Média	4,05	4,07	4,12	4,19

SOLO	S.B. (cmol/kg)			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	0,79	0,46	0,31	0,28
LV	1,03	0,38	0,28	0,25
LE <sup>1</sup>	0,41	0,38	0,27	0,26
LE <sup>2</sup>	2,54	0,98	0,78	0,70
C <sub>d</sub>	1,88	1,19	0,97	1,06
PV	1,41	0,78	0,58	0,63
Média	1,36	0,68	0,52	0,51

SOLO	CTC efetiva (cmol/kg)			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	1,70	1,41	1,20	1,01
LV	2,35	1,39	1,19	1,12
LE <sup>1</sup>	1,36	1,36	1,05	0,98
LE <sup>2</sup>	4,98	3,19	2,99	2,60
C <sub>d</sub>	4,39	3,40	3,03	2,69
PV	4,32	3,25	2,56	2,21
Média	3,05	2,21	1,93	1,70

SOLO	m%			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	58	71	73	72
LV	60	75	76	77
LE <sup>1</sup>	68	72	75	73

continua

conclusão

TABELA 6 VALORES MÉDIOS DE pH, CTC EFETIVA, S.B., m% e V% NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS POR CLASSE DE SOLOS E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), EM PLANTIOS DE *E. grandis*

SOLO	m%			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
LE <sup>2</sup>	62	73	77	78
C <sub>d</sub>	60	68	71	67
PV	66	77	78	75
Média	61	72	75	74

SOLO	V%			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	19	11	10	11
LV	19	10	9	9
LE <sup>1</sup>	9	8	7	8
LE <sup>2</sup>	17	9	7	6
C <sub>d</sub>	21	15	14	17
PV	14	10	9	11
Média	18	11	10	10

Ao contrário da pouca variação observada para a V% e a m%, os valores de CTC efetiva foram variáveis, dependendo da classe de solo.

A CTC efetiva foi, estatisticamente, igual nas classes LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV em todas as profundidades e nas classes AQ, LV e LE<sup>1</sup>, com exceção do teor médio na profundidade de 0-5 cm, na AQ e no LV, que foi maior no LV. De uma maneira geral, a CTC efetiva foi menor nas classes AQ, LV e LE<sup>1</sup>, em todas as profundidades, em relação as classes LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV.

Como a CTC efetiva é dependente do pH do solo, dos teores de matéria orgânica e do tipo e teor de argila e como essas variáveis, com exceção do pH são maiores nas classes LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV do que nas classes AQ, LV e LE<sup>1</sup>, explica-se os maiores valores de CTC efetiva nas classes LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV.

No trabalho de LOPES<sup>1</sup> (1975), citado por USHERWOOD (1982, p. 236-240), ele encontrou em condições naturais no Cerrado (Savana), Cerradão (Savana Florestada) e Floresta, respectivamente CTC efetiva de 1,43, 1,81 e 3,0. Esses valores são similares aos encontrados neste estudo em AQ, em região de Savana.

<sup>1</sup> LOPES, A.S. A survey of the fertility status of soils under cerrado vegetation in Brasil. M. S. Thesis, North Carolina State University, 1975, 138 p.



ADÁMOLI et al. (1986) determinaram os valores de CTC efetiva no horizonte A, em LE, textura média e argilosa, em Savanas que foram, respectivamente, de 2,6 e 4,8 cmol /kg. No LE<sup>1</sup>, deste estudo, os valores da CTC efetiva, determinados até 20 cm, variaram de 0,68 a 2,25 cmol /kg, e seus valores são menores que os encontrados por esses autores. No LE<sup>2</sup>, os valores de CTC efetiva variaram de 1,18 a 17,98 cmol /kg (ver Tabela 6, do Anexo), embora, em relação a valores médios, apenas na profundidade de 0-5 cm, a CTC efetiva deste estudo ultrapassou o valor determinado por ADÁMOLI et al. (1986).

Em horizonte A, de LV, textura média, ADÁMOLI et al. (1986) encontraram uma CTC efetiva de 1,5 cmol /kg. No LV deste estudo, a variação foi de 0,35 a 2,35 cmol /kg (ver Tabela 6, do Anexo). Apenas o teor médio obtido na profundidade de 0-5 cm no LV é maior que o encontrado por esses autores.

Nos solos da Austrália, estudados por TURNER e KELLY (1981), onde o *E. grandis* ocorre, o valor da CTC efetiva, na profundidade de 0-75 cm, foi de 12,2 cmol /kg, sendo que desse total, 75% foi devido a  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$  e apenas 11% devido ao  $\text{Al}^{+3}$ . Nas condições deste estudo, de uma maneira geral, os teores de  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$  representam 39% da CTC efetiva e os de Al, cerca de 56%. Nos dois casos, esses valores representam a fertilidade dos solos e o tipo de material de origem predominante, assim como a ação do intemperismo.

Foi analisada, também, a relação  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} / \text{K}^{+}$  e C/N dos solos, deste estudo (Tabela 7). Na Tabela 12, do Anexo, encontra-se o Teste *t*, por médias pareadas, referente aos dados dessa Tabela.

De acordo com CASTRO e MENEGHELLI (1989), os teores de  $\text{K}^{+}$  trocável, isoladamente, não dão uma correta informação sobre a oferta de potássio nos solos e a calagem altera a relação  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} / \text{K}^{+}$ . Para esses autores, muitos casos detectados de excesso de calagem são decorrentes de carência de  $\text{K}^{+}$ , por efeito do  $\text{Ca}^{+2}$  aplicado ao solo, do mesmo modo que o consumo de luxo de  $\text{K}^{+}$ , pode ser induzido pela deficiência de  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ , quando o teor de  $\text{K}^{+}$  trocável é satisfatório.

Ressalta-se na Tabela 7, que é na AQ que a relação  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} / \text{K}^{+}$  foi maior que a determinada nas demais classes. A relação foi maior de 0 a 30 cm, na AQ, em relação a determinada no LE<sup>1</sup>, nessa profundidade; maior, também, que a obtida na profundidade de 0-5 cm, no PV, e C<sub>d</sub> e maior que a obtida na profundidade de 10-20 cm, no LE e PV. Apenas na profundidade de 20-30 cm, a relação obtida no LV foi maior que a obtida na AQ.

No levantamento, elaborado para avaliar o relacionamento entre o tipo de vegetação no Brasil Central e o teor de fertilidade do solo, LOPES<sup>2</sup> (1975), citado por USHERWOOD (1982, p. 236-240), encontraram que a relação  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} / \text{K}^{+}$  original do Cerrado (Savana), Cerradão (Savana Florestada) e Floresta, era respectivamente 6,0, 8,3 e 12,0. Esses solos, depois de calcareados, alcançaram relação  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} / \text{K}^{+}$  de 18,2, 15,4 e 12,0, respectivamente.

TABELA 7 - RELAÇÕES  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} / \text{K}^{+}$  e C/N NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS, POR CLASSE DE SOLO E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), EM PLANTIOS DE *E. grandis*

SOLO	$\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} / \text{K}^{+}$			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	23	21	18	19
LV	16	10	9	13
LE <sup>1</sup>	7	8	8	9
LE <sup>2</sup>	21	17	13	15
C <sub>d</sub>	10	14	9	14
PV	10	11	16	17
Média	17	16	14	16

SOLO	C/N			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	18	23	22	21
LV	24	27	26	24
LE <sup>1</sup>	22	17	16	19
LE <sup>2</sup>	17	18	18	19
C <sub>d</sub>	13	14	11	12
PV	10	10	11	11
Média	17	19	18	19

Observa-se que os teores médios obtidos neste estudo, foram maiores que os valores determinados por LOPES<sup>2</sup> (1975), citado por USHERWOOD (1982, p. 236-240), depois da calagem, especificamente nos solos AQ, LV e LE<sup>1</sup>, que são os solos onde ocorriam as vegetações originais, citadas por esses autores.

Para as culturas agrícolas estudadas por CASTRO e MENEGHELLI (1989), o índice 0,20 para a relação  $\text{K} / (\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2})^{1/2}$  foi o limite superior a partir do qual nenhuma resposta a K pode ser esperada e o índice 0,13 marcou o limite a partir do qual as adubações potássicas vão apresentando respostas progressivamente menores e, portanto, antieconômicas.

<sup>2</sup> LOPES, A.S. **A survey of the fertility status of soils under cerrado vegetation in Brasil**. M. S. Thesis, North Carolina State University, 1975, 138 p.

De uma maneira geral, 77% dos valores, na profundidade 0-5 cm, dos solos deste estudo, apresentam a relação  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} / \text{K}^{+}$  abaixo de 20. Nas demais profundidades, essa percentagem variou de 82 a 87%.

No entanto, com base nos resultados encontrados, não se pode determinar uma relação ideal para a espécie em estudo, embora um estudo específico quanto a esse respeito possa ser importante. Pois, se a calagem ou a adubação potássica forem feitas, sem levar em consideração essa relação, além de desperdício de fertilizantes, essas práticas poderão ser prejudiciais ao crescimento do *Eucalyptus*, da mesma maneira que na agricultura.

Observa-se, na Tabela 7, que a relação C/N de 0-30 cm na AQ e LV foi maior que a obtida no PV e C<sub>d</sub> e, estatisticamente, iguais entre si, com exceção da relação observada na profundidade de 0-5 cm que foi maior no LV.

Ressalta-se que no C<sub>d</sub> e PV encontram-se os menores valores da relação C/N em relação a média geral, com exceção da relação obtida na profundidade de 5-10 cm, no C<sub>d</sub>.

Na classe LV, as médias de 0-30 cm da relação C/N estão acima da média geral.

Entretanto, de uma maneira geral, de 74% a 85% dos casos, em todas as profundidades estudadas, a relação C/N é menor que 22. É importante citar que apesar disso, em termos médios, a relação está alta para solo mineral. Ela estaria dentro dos limites de um resíduo orgânico ótimo para decomposição (ALEXANDER, 1980) que é em torno de 20.

Como no C<sub>d</sub> e no PV, a relação C/N é menor que no LV, em todas as profundidades, pode-se inferir que, nas duas primeiras, a matéria orgânica esteja sendo decomposta mais favoravelmente que no LV. Mesmo os valores máximos dessa relação, no C<sub>d</sub> e PV, não são tão elevados, principalmente se comparados com os valores máximos no LV, de 0 a 20 cm (ver Tabela 7, do Anexo).

Na Austrália, os solos onde o *E. grandis* ocorre, também, apresentam alta relação C/N (em torno de 16), na profundidade de 0-75 cm (TURNER e KELLY, 1981).

Na Tabela 8, são mostrados os teores médios das frações de argila, de silte, de areia grossa e de areia fina, nos solos estudados. A média foi oriunda de 151 dados originais, cuja distribuição, por classe de solo, foi especificada no item 5.1. Maiores detalhes sobre a estatística descritiva desses dados podem ser obtidos na Tabela 8, do Anexo.

Pode-se observar, nessa Tabela, que não houve diferenças entre os teores de argila, de silte, de areia fina e de areia grossa para todas as profundidades e classes de solo, com exceção do teor de areia grossa, nas profundidades de 0-5 cm e 20-30 cm no PV e, também, dos teores

de areia grossa nas profundidades de 5-10 cm e 20-30 cm no PV (ver análise estatística na Tabela 13, do Anexo).

TABELA 8 - TEORES MÉDIOS DE ARGILA, SILTE, AREIA GROSSA E AREIA FINA NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS, POR CLASSE DE SOLO E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), EM PLANTIOS DE *E. grandis*

SOLO	ARGILA (g/100 g)			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	7	6	6	6
LV	16	16	16	17
LE <sup>1</sup>	17	18	18	17
LE <sup>2</sup>	59	61	61	60
C <sub>d</sub>	35	36	36	38
PV	29	28	29	32
Média	25	26	26	26

SOLO	SILTE (g/100 g)			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	2	2	2	2
LV	6	5	5	5
LE <sup>1</sup>	8	7	7	8
LE <sup>2</sup>	20	19	20	21
C <sub>d</sub>	19	21	21	21
PV	14	15	17	16
Média	10	10	11	11

SOLO	AREIA GROSSA (g/100 g)			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	54	54	54	53
LV	42	42	42	41
LE <sup>1</sup>	42	43	42	41
LE <sup>2</sup>	9	8	7	7
C <sub>d</sub>	29	26	25	24
PV	45	44	41	40
Média	38	37	37	35

SOLO	AREIA FINA (g/100 g)			
	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)
AQ	37	37	38	39
LV	35	37	36	37
LE <sup>1</sup>	33	33	33	33
LE <sup>2</sup>	12	12	12	12
C <sub>d</sub>	17	17	17	17
PV	12	12	13	13
Média	26	27	27	27

Esses resultados demonstram que bastaria uma amostragem de 0-30 cm para representar os teores médios dessas características, em todos os solos, com exceção do PV, diminuindo, dessa maneira, o custo de amostragem.

Observa-se que os teores de argila e silte, nas classes LE<sup>2</sup> e C<sub>d</sub>, foram os únicos acima da média geral, em todas as profundidades. E, os teores de areia grossa e fina, nessas duas classes, foram os únicos abaixo da média geral (ver análise estatística na Tabela 14, do Anexo), com exceção do teor de areia grossa na profundidade de 0-5 cm que foi, estatisticamente, igual no C<sub>d</sub> e média geral.

Com respeito às diferenças texturais observadas entre os solos, observa-se que a AQ foi a classe que apresentou os menores teores de argila e silte, e os maiores teores de areia grossa, dentre todos os solos. Na AQ observa-se, ainda, os maiores teores de areia fina, em relação às classes LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV.

De uma maneira mais abrangente, pode-se perceber, também, que os teores de argila foram menores nas classes AQ, LV e LE<sup>1</sup> que os observados nas classes LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV. Ressalta-se, também, que os teores de areia fina nas classes AQ, LV e LE<sup>1</sup>, foram maiores que os observados nas classes LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV.

Essas diferenças texturais estão em concordância com as demais variáveis demonstradas até o momento, como, classe de solo, material de origem, vegetação natural anterior e propriedades químicas dos solos. Observa-se que nos solos onde o crescimento foi menor (classes AQ, LV e LE<sup>1</sup>), há menos argila e silte e mais areia fina, que nos solos onde o crescimento foi maior (classes LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV).

Embora essas diferenças texturais refiram-se apenas aos primeiros 30 cm, pode-se supor que o maior crescimento do *E. grandis* nas classes LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV, deva-se ainda, ao maior armazenamento de água no horizonte B desses solos.

A textura é dependente do material que originou o solo, assim como a cor e a composição química e mineralógica. Dessa maneira, materiais de origem de constituição arenoquartzosa vão originar, em qualquer condição climática, solos de textura arenosa (OLIVEIRA; JACOMINE e CAMARGO, 1992). Isso pode ser comprovado na Tabela 4.

De acordo com BARROS (1974), para cada condição e espécie existe uma proporção ótima entre as frações granulométricas e o desvio dessa qualidade tem, como consequência, diminuição no crescimento.

BOWERSOX e WARD (1972) constataram que os teores de silte e argila, até determinados valores nos horizontes superficiais e subsuperficiais, estão geralmente associados com aumento no crescimento. No entanto, nem todo solo que apresente altos teores de argila e silte deve, necessariamente, ter uma produtividade acima da média. Se os teores de areia forem baixos, podem haver problemas de compactação.

Embora nesse trabalho tenha-se limitado apenas a estudar a influência do solo no desenvolvimento do Eucalipto, não se pode esquecer, no entanto, que todo solo resulta da ação combinada do clima, seres vivos, relevo, material de origem e tempo. E que o equilíbrio desses fatores vai interferir na produtividade. O entendimento do ecossistema como um todo, vai auxiliar o homem a manipular esse ecossistema sem alterar esse equilíbrio. Embora, o que se faça é exatamente o contrário e, como consequência, ocorre erosão, compactação, lixiviação de nutrientes, etc.

## 5.2.2 ELEMENTOS QUÍMICOS NAS FOLHAS E NOS HORIZONTES ORGÂNICOS L<sub>n</sub> E L<sub>v</sub>, EM PLANTIOS DE *E. grandis*

Neste item, será feita uma breve análise dos teores dos elementos químicos determinados nas folhas e nos horizontes orgânicos, com o intuito de demonstrar seu teor médio e suas faixas de ocorrência. Os elementos serão analisados em relação a média geral e por classe de solo. Na Tabela 15, do Anexo, encontram-se os teores médios, máximos, mínimos e o CV% de todos os elementos analisados nas folhas maduras da copa.

### 5.2.2.1 Teores de Elementos Químicos nas Folhas

Na Tabela 9, estão demonstrados os teores dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg e C, por classe de solo e sem distinção de classe de solo (média). A média geral refere-se a 138 observações, sendo 38 na AQ, 27 no LV, 7 no LE<sup>1</sup>, 29 no LE<sup>2</sup>, 25 no C<sub>d</sub> e 12 no PV.

Os teores determinados nas folhas sobre AQ, foram os que mais variaram, em relação aos teores determinados nas demais classes de solo. Os teores de N, Ca e P, nas folhas do Eucalipto que cresce sobre essa classe, foram maiores que os teores obtidos sobre LV e LE<sup>2</sup> (ver análise estatística na Tabela 16, do Anexo).. No entanto, quanto a C, os teores

determinados na AQ foram menores que todos os teores determinados nas demais classes, com exceção do LE<sup>1</sup>. Os teores de K, também, foram menores nas folhas das árvores sobre AQ que os obtidos nas folhas sobre as classes LE<sup>1</sup>, PV e C<sub>d</sub>.

Quanto aos teores determinados nas folhas das árvores sobre LV e LE<sup>2</sup>, chamam atenção os baixos teores de N, em relação as demais 4 classes; e os menores teores de P determinados nas folhas das árvores que crescem sobre LE<sup>2</sup>, em relação aos teores determinados nas folhas das árvores que crescem nos demais solos.

Nas classes PV e C<sub>d</sub>, os teores de Ca, C, Mg, P e N foram, estatisticamente iguais, diferenciando-se apenas em relação aos teores de K que foram maiores nas folhas das árvores que crescem sobre C<sub>d</sub>. O teor médio de K, nas folhas das árvores que crescem sobre C<sub>d</sub>, foi cerca de 25% e 16% maior que os teores determinados sobre AQ e PV, respectivamente.

TABELA 9 - TEORES MÉDIOS DE N, P, K, Ca, Mg e C, POR CLASSE DE SOLO E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), DETERMINADOS NAS FOLHAS DE *E. grandis*

SOLO	N	P	K	Ca	Mg	C
	----- (g/100 g) -----					
AQ	2,27	0,14	0,61	0,74	0,26	31
LV	1,94	0,12	0,64	0,60	0,28	36
LE <sup>1</sup>	2,35	0,14	0,72	0,66	0,24	34
LE <sup>2</sup>	1,87	0,10	0,63	0,53	0,30	35
C <sub>d</sub>	2,29	0,14	0,81	0,62	0,28	35
PV	2,20	0,14	0,68	0,52	0,32	36
Média	2,12	0,12	0,67	0,63	0,28	34

Em comparação com dados bibliográficos (HAAG et al., 1961, 1976 e BELLOTE e FERREIRA, 1993), observa-se que os teores médios de N e P determinados nas folhas de *E. grandis*, são semelhantes aos encontrados neste estudo. Os teores médios dos demais elementos (K, Ca e Mg) encontrados neste estudo, estão acima dos teores obtidos por HAAG et al. (1961, 1976) e BELLOTE e FERREIRA (1993).

Com relação a N, BELLOTE (1990) encontrou teores médios nas folhas, para essa espécie, idade e época do ano, crescendo sobre LV, textura média, de 1,65 g/100 g, cerca de 15% abaixo do encontrado nesta determinação, para essa classe de solo.

De uma maneira geral, 80% dos teores de N, obtidos nesta determinação, situam-se entre 1,7 g/100 g a 2,6 g/100 g. De todos os elementos analisados, esse foi o que apresentou a

menor amplitude de variação, cerca de 2,4 vezes entre o menor valor (1,19 g/100 g) e o maior valor (2,9 g/100 g) (**ver** Tabelas 15 e 17, do Anexo). Essa mesma tendência foi observada por BELLOTE (1990), para essa espécie e por LAMB (1976), para *E. deglupta* Blume, na Nova Guiné.

Os teores de N, encontrados nas folhas de outras espécies de *Eucalyptus* (HAAG et al. 1976; TEIXEIRA et al., 1989) e, também, em folhas de outros gêneros da Família *Myrtaceae* (TANNER, 1977; KLINGE et al., 1983; BRITEZ 1994), estão abaixo da média obtida para o *E. grandis*, neste trabalho.

O teor médio de P, encontrado por BELLOTE (1990) nas folhas de *E. grandis* plantado sobre LV, foi em torno de 0,09 g/100 g. O valor mínimo obtido para essa classe de solo, nesta determinação, assemelha-se ao valor médio determinado por esse autor (**ver** Tabela 15, do Anexo), sendo que o teor médio obtido, neste estudo, foi cerca de 25% acima daquele.

Aproximadamente 60% dos valores de P, obtidos neste estudo, encontram-se entre 0,09 g/100 g a 0,14 g/100 g. Apenas nas árvores que crescem sobre C<sub>d</sub>, a maior concentração de valores está na faixa de 0,14 g/100 g a 0,19 g/100 g (**ver** Tabela 17, do Anexo). Esse fato pode ser influência da fertilidade natural desses solos, que conforme foi demonstrado no item 5.2.1, nessa classe de solo, os teores de P são mais adequados que nos demais solos.

Os teores de K nas folhas, variaram de 0,5 g/100 g a 0,8 g/100 g, em 72% dos valores determinados (**ver** Tabela 17, do Anexo).

O teor médio de K, encontrado por BELLOTE (1990), sobre a classe LV, variou de 0,78 g/100 g a 0,88 g/100 g. Valores esses, acima da média obtida no LV, deste estudo que foi de 0,64 g/100 g.

Em LV, BELLOTE (1990) encontrou o valor médio de Ca nas folhas, em torno de 0,80 g/100 g. Valor esse, acima da média obtida, nesta avaliação. De uma maneira geral, 68% das concentrações de Ca nas folhas, situam-se entre 0,27 g/100 g a 0,67 g/100 g, sendo que desses, 40% estão entre 0,47 a 0,67 g/100 g (**ver** Tabela 17, do Anexo).

De todos os elementos analisados, o Ca foi o que apresentou o menor CV%. O menor valor obtido (0,33 g/100 g), foi 5,8 vezes menor que o maior valor (1,91 g/100 g) (**ver** Tabelas 15 e 17, do Anexo). No estudo de BELLOTE (1990), foi constatada essa mesma característica, para os teores determinados sobre LV. No estudo de LAMB (1976), entretanto, o Ca foi o macronutriente que apresentou o segundo maior CV%, ficando o K em primeiro lugar. Esses fatos podem representar variações específicas para cada elemento.



Na avaliação feita por BELLOTE (1990), o teor médio de Mg nas folhas, sobre a classe LV, variou de 0,19 g/100 g a 0,20 g/100 g e está 28% abaixo do teor médio encontrado nesta determinação, para essa classe de solo.

Para Mg, cerca de 77% dos valores situam-se entre 0,20 g/100 g a 0,36 g/100 g. Entretanto, a maior parte dos valores determinados sobre LE<sup>2</sup>, PV e C<sub>d</sub>, situam-se entre 0,28 g/100 g a 0,36 g/100 g (ver Tabela 17, do Anexo).

Ao contrário do que ocorreu com as análises de solos, pode-se observar que, quando se analisou os teores de macronutrientes, nas folhas de *E. grandis*, as diferenças desses elementos, por classe de solo, não apresentaram um padrão coerente com o crescimento, principalmente, em relação a AQ.

Na Tabela 10, estão demonstrados os teores de Fe, Mn, Cu, Zn, B e Al nas folhas de *E. grandis* e, na Tabela 16, do Anexo, o Teste *t*, por médias pareadas, referente aos dados dessa Tabela.

Observa-se que os elementos, mais absorvidos pelo *E. grandis*, foram: Mn > Al > Fe > B > Zn > Cu. Conforme já foi detectado por BELLOTE (1979), dentre os microelementos, o Mn é o que apresenta os teores mais elevados, nessa espécie.

Os teores de Fe e Al nas folhas de *E. grandis*, plantado sobre LE<sup>2</sup>, estão acima da média geral e os teores de Cu e Zn, nessa mesma classe, foram menores que os obtidos na média geral. Apenas os teores de B na AQ estão abaixo da média geral.

TABELA 10 - TEORES MÉDIOS DE Fe, Mn, Cu, Zn, B E Al, POR CLASSE DE SOLO E SEM DISTINÇÃO DE CLASSE DE SOLO (Média), DETERMINADOS NAS FOLHAS DE *E. grandis*

SOLO	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Al
			(µg/g)			
AQ	57	681	8	18	12	72
LV	56	441	8	17	22	116
LE <sup>1</sup>	63	500	9	19	22	94
LE <sup>2</sup>	64	457	7	15	20	117
C <sub>d</sub>	54	616	9	19	20	81
PV	47	804	8	18	23	77
Média	57	579	8	17	19	93

O teor médio de Fe nas folhas sobre PV, está abaixo da média geral e de todos os teores obtidos para as demais classes. Já, os teores de Fe, determinados sobre LE<sup>2</sup> e LE<sup>1</sup>, foram os maiores, em relação aos demais solos.

De uma maneira geral, 93% das concentrações de Fe, nas folhas, situam-se entre 34 µg/g a 74 µg/g (ver Tabela 18, do Anexo). Na classe LV, estudada por BELLOTE (1990), a maior parte dos teores de Fe determinados nas folhas situam-se entre 80 µg/g e 180 µg/g, chegando a 320 µg/g. Nesta determinação, as amplitudes foram bastante diferentes, sendo que o maior valor de Fe obtido (97 µg/g), foi cerca de 70% menor que o maior valor obtido por BELLOTE (1990) (ver Tabela 15, do Anexo).

Com respeito a Mn, de uma maneira geral, 75% dos teores das folhas situam-se entre 104 µg/g a 704 µg/g. A maioria dos teores determinados sobre as classes AQ, LV e LE<sup>1</sup> e LE<sup>2</sup>, situam-se entre 304 µg/g a 504 µg/g (ver Tabela 18, do Anexo).

BELLOTE (1990) detectou que a maioria dos valores de Mn nas folhas, sobre LV, oscilou entre 300 a 800 µg/g, na matéria seca, sendo o máximo valor observado, próximo a 1300 µg/g.

Comparando os teores de microelementos, em 5 diferentes espécies de *Eucalyptus*, HAAG et al. (1976) encontraram valores médios de Mn, em *E. grandis*, de 459 µg/g, semelhante ao observado nesse estudo.

Com relação a outros gêneros de Myrtaceas nativas (*Psidium* sp, *Myrcia* sp, *Eugenia* sp), BRITEZ (1994) e GOLLEY et al. (1980) encontraram valores médios de Mn de 120 µg/g e 87 µg/g, respectivamente, bem abaixo do observado para o gênero *Eucalyptus*.

Neste estudo, a variação das concentrações de Mn, entre o menor valor obtido (104 µg/g) e o maior (2270 µg/g), foi de 21,8 vezes. Em 8,7% dos dados, os valores são maiores que 1104 µg/g (ver Tabela 18, do Anexo). Muitos desses valores estão acima dos obtidos em *E. gummifera* Gaertn, com sintomas de toxidez (1140 µg/g) (WINTERHALDER, 1963), sendo menores que os encontrados em *E. saligna*, onde nenhum sintoma de toxidez foi observado (4250 µg/g) (HARIDASAN, 1985).

O teor médio de Mn, nas folhas, foi 70 vezes maior que o teor médio de Cu, 33,3 vezes maior que o teor de Zn, 30,9 vezes maior que o teor de B, 10,1 vezes maior que o teor de Fe e 6,2 vezes maior que o teor de Al. O CV%, para esse elemento, (ver Tabela 15, do Anexo) foi maior que o dos demais microelementos citados.

Observa-se que os teores de Cu e Zn, obtidos nas folhas de *E. grandis* que cresce sobre LE<sup>2</sup>, foram menores que os obtidos nos demais solos, com exceção do teor de Cu, sobre PV, que foi, estatisticamente, igual ao teor obtido sobre essa classe de solo (ver Tabela 16, do Anexo).

De uma maneira geral, 81% dos teores de Cu, determinados nas folhas, situam-se entre 7 µg/g a 11 µg/g (ver Tabela 18, do Anexo).

Os teores de Zn, nas folhas, variaram de 12 µg/g a 20 µg/g, em 81% dos valores determinados, sendo que 50,7 %, desses, situam-se entre 16 e 20 µg/g (ver Tabela 18, do Anexo). BELLOTE (1990) encontrou teores que variaram de 5 a 16 µg/g, na matéria seca.

A amplitude de variação, dos teores médios de Fe, Cu e Zn, nas folhas, foi bastante pequena, não chegando a 3 vezes a razão entre o maior e o menor valor. Isso está refletido em seus CV% baixos, que variaram de 18 a 21% (ver Tabela 15, do Anexo), ao contrário dos CV% altos, para Ca e K. Essas distintas amplitudes podem significar um limite estreito, para Fe, Cu e Zn e o inverso para Ca e K ou, ainda, uma necessidade de ter uma amostragem das folhas com maior número de repetições, para Ca e K.

Os teores médios de Fe, Zn e Cu, determinados nas folhas de *E. grandis*, são semelhantes aos encontrados para outras espécies de *Eucalyptus* (HAAG et al., 1976) e, também, para os outros gêneros da Família *Myrtaceae*, estudados por GOLLEY et al. (1980) e BRITTEZ (1994).

Com relação aos teores de B, pode-se observar que apenas a média determinada nas folhas das árvores, que crescem sobre AQ, está abaixo da média geral (37%) e, também, é menor que a média obtida sobre os demais solos.

Encontram-se entre 11 µg/g a 31 µg/g, 73,2% dos teores de B nas folhas, independente da classe de solo (ver Tabela 18, do Anexo). Em seu trabalho, BELLOTE (1990) determinou, nas árvores com crescimento acima de 21 m, teores de B entre 12 a 20 µg/g. Essa observação não vale para este estudo, já que a maior parte dos teores de B encontram-se dentro desse limite, enquanto a variação em altura é maior.

Neste estudo, o teor médio de B nas folhas, foi semelhante ao obtido por HAAG et al. (1976), para esse gênero, e abaixo do encontrado em folhas de outros gêneros da Família *Myrtaceae* (GOLLEY et al., 1980; BRITTEZ, 1994).

Dentre os microelementos avaliados, o Al, embora não seja nutriente, foi o segundo elemento mais absorvido pela planta (depois do Mn). A amplitude dos seus valores, também é

alta, sendo que o CV% dos teores determinados nas folhas das árvores, que crescem sobre LV, foi maior que o obtido nos demais solos (ver Tabela 15, do Anexo).

Os teores de Al, determinados nas folhas das árvores que crescem sobre AQ, foram menores que os obtidos sobre LV, LE<sup>1</sup> e LE<sup>2</sup>.

De uma maneira geral, 55% dos teores de Al encontram-se entre 45-85 µg/g, sendo que apenas nas classe LE<sup>1</sup> e LE<sup>2</sup>, as maiores concentrações nas folhas, ocorreram entre 85-125 µg/g (ver Tabela 18, do Anexo).

No trabalho de BELLOTE (1990), a maior variação dos teores de Al, em LV, está entre 140 e 330 µg/g, e o valor máximo achado foi de 420 µg/g. A amplitude encontrada nesta determinação, principalmente, para os teores mínimos, foi bem maior. No entanto, em relação aos teores máximos, apenas 1,46% dos dados encontram-se acima de 205 µg/g, os quais ocorreram sobre a classe de solo LV (ver Tabela 18, do Anexo).

Nos gêneros de Myrtaceas, estudados por GOLLEY et al. (1980) e BRITZ (1994), os valores médios de Al nas folhas, foram 5312 µg/g e 183 µg/g, respectivamente, e estão muito aquém dos teores médios encontrados para o gênero *Eucalyptus*. Diferente do que foi observado neste trabalho, o teor médio de Al, encontrado por esses autores foi maior que o de Mn.

Neste item, chama-se atenção para a variação entre os teores de Fe, Mn e Al determinados por BELLOTE (1990), comparados aos desta determinação. Em primeiro lugar, esses foram os cátions mais abundantes nas folhas (não se levando em consideração os macronutrientes), tanto neste como no trabalho desse autor. Em segundo lugar, no trabalho desse autor, todos os teores mínimos encontrados foram muito maiores que os teores mínimos obtidos nesta determinação. Com relação aos teores máximos, apenas o teor de Fe encontrado por esse autor foi superior ao encontrado nesta determinação (ver Tabela 15, do Anexo).

Se esses elementos (Fe, Mn e Al) estiverem em excesso, principalmente em respeito aos teores máximos, a absorção de Zn e Cu pode ser prejudicada.

#### 5.2.2.2 Descrição dos Horizontes Orgânicos L<sub>n</sub> e L<sub>v</sub>

Neste estudo, os horizontes orgânicos L<sub>n</sub> e L<sub>v</sub>, foram diferenciados pelos seguintes parâmetros:

- a) estágio de decomposição;

b) cor e

c) disposição no solo.

Dessa maneira, o horizonte orgânico  $L_n$ , era o que estava imediatamente acima do horizonte orgânico  $L_v$ , com coloração menos desbotada que o horizonte orgânico  $L_v$  e com folhas inteiras, sem fissuras. De acordo com a carta de MUNSELL (s. d.), as cores do horizonte orgânico  $L_n$  variaram de:

⇒ 7,5 YR - 4/4, 5/2, 5/4, 5/6, 5/8, 6/2, 6/4, 6/8 e 7/8;

⇒ 5 YR - 2/4, 4/4, 4/6, 5/4, 5/6, 6/6,

⇒ 2,5 YR - 5/4, 6/4 e 7/6;

⇒ 2,5 YR - 5/4, 6/4 e 7/6;

⇒ 2,5 Y - 5/4, 5/6, 6/2, 7/4 e 7/6;

⇒ 5 Y - 5/4 e 6/4;

⇒ 5 R - 5/6 e 5/8;

⇒ 10 R - 4/4, 6/4 e 5/8.

O material que constituía o horizonte orgânico  $L_v$ , estava mais lixiviado. As folhas, embora ainda estivessem inteiras, em sua maioria (98%), apresentavam-se retorcidas e partidas perpendicularmente, em relação à nervura central. As pontas e os pecíolos, quase sempre, estavam quebrados. É um horizonte freqüente (ocorreu em 71,53% das parcelas) e de fácil reconhecimento, com pouca variação em termos de cor (cinza):

⇒ 7,5 YR - 5/2, 6/2 e 7/2;

⇒ 2,5 Y - 5/1, 6/1 e 7/2.

### 5.2.2.3 Teores dos Elementos Químicos no Horizonte Orgânico $L_n$

Neste item, será abordada a média geral e a média por classe de solo, dos elementos químicos contidos no horizonte orgânico  $L_n$ .

A média geral, nesse horizonte, refere-se a 151 observações, sendo 47 na AQ, 27 no LV, 12 no LE<sup>1</sup>, 28 no LE<sup>2</sup>, 25 no C<sub>d</sub> e 12 no PV.

A partir do conhecimento do teor químico dos horizontes orgânicos, pode-se fazer alguns comentários sobre a redistribuição e acúmulo de nutrientes. Embora, não se saiba há

quanto tempo esses horizontes estão depositados, eles representam uma parte importante da ciclagem.

O conhecimento dos seus teores químicos auxilia, também, no entendimento do processo da decomposição, propiciando que o silvicultor possa intervir, para acelerar a decomposição e, dessa forma, fazer com que os elementos químicos retornem mais rapidamente à árvore.

Na Tabela 11, está demonstrada a comparação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e C, encontrados no L<sub>n</sub>, em relação aos teores das folhas, por classe de solo, e a média geral. Na Tabela 20, do Anexo, encontra-se o Teste *t*, por médias pareadas, referente aos dados dessa Tabela.

Ressalta-se, que, com essa comparação, quer-se apenas demonstrar as diferenças dos teores dos elementos químicos, nesses dois estágios, já que existem inúmeros inconvenientes relacionados com a comparação desses teores, como o fato de não se saber quando as folhas caíram e a origem das folhas. No entanto, esses inconvenientes são impossíveis de serem eliminados.

O primeiro fato que chama a atenção, no estudo dos elementos químicos, nesse horizonte, é a inversão na ordem da quantidade relativa dos elementos, em relação às análises das folhas.

TABELA 11 - COMPARAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE N, P, K, Ca, Mg e C NO HORIZONTE ORGÂNICO L<sub>n</sub> COM OS TEORES MÉDIOS NAS FOLHAS DE *E. grandis*, POR CLASSE DE SOLO

ELEMENTO	AQ	LV	LE <sup>1</sup>	LE <sup>2</sup>	PV	C <sub>d</sub>
N Folha (g/100 g)	2,27	1,94	2,35	1,87	2,20	2,29
N L <sub>n</sub> (g/100 g)	0,74	0,60	0,68	0,58	0,75	0,81
P Folha (g/100 g)	0,14	0,12	0,14	0,10	0,14	0,14
P L <sub>n</sub> (μg/g)	404	243	474	138	160	230
K Folha (g/100 g)	0,61	0,64	0,72	0,63	0,68	0,81
K L <sub>n</sub> (g/100 g)	0,16	0,19	0,21	0,28	0,36	0,20
Ca Folha (g/100 g)	0,74	0,60	0,66	0,53	0,52	0,62
Ca L <sub>n</sub> (g/100 g)	0,78	0,78	0,61	0,84	0,60	0,90
Mg Folha (g/100 g)	0,26	0,28	0,24	0,30	0,32	0,28
Mg L <sub>n</sub> (g/100 g)	0,17	0,17	0,15	0,19	0,17	0,17
C Folha (g/100 g)	31	36	34	35	36	35
C L <sub>n</sub> (g/100 g)	33	32	31	33	32	32

Pode-se observar que os elementos químicos determinados nas folhas diminuíram na seguinte ordem:  $C > N > K > Ca > Mg > P$ . No entanto, nesse horizonte, a ordem alterou-se para  $C > Ca > N > K > Mg > P$ , enquanto C, Mg e P permaneceram na mesma ordem.

Elementos facilmente mobilizados, como N e K, diminuíram substancialmente, nesse horizonte, dando lugar ao Ca, que é um elemento imóvel (CLARKSON e HANSON, 1980; HILL, 1980, MORTVEDT; GIORDANO e LINDSAY, 1983; FERRI, 1985; MENGEL e KIRKBY, 1987). Embora, o P seja um elemento estrutural da matéria orgânica (MENGEL e KIRKBY, 1987; TISDALE, et al., 1993), os seus teores, também, diminuíram no horizonte orgânico  $L_n$  em relação aos teores determinados nas folhas.

O teor de Mg, nesse horizonte, também, foi menor que o teor determinado nas folhas, comprovando ser, esse elemento, bastante móvel no floema (MENGEL e KIRKBY, 1987).

A diminuição de Mg no horizonte orgânico  $L_n$ , em relação a média das folhas, foi de 35% na AQ, 39% no LV e  $C_d$ , 37% no  $LE^1$  e  $LE^2$  e 47% no PV.

Com relação a diminuição dos teores de N, K, Mg e P, no horizonte orgânico, em relação aos teores determinados nas folhas, chama a atenção o fato dessa diminuição ser semelhante nas várias classes de solo, podendo indicar uma característica inerente a espécie. Entretanto, os teores de C diminuíram, nesse horizonte, em relação aos teores determinados nas folhas nas classes PV e  $C_d$ . Essa fato poderia indicar uma condição favorável à decomposição, específica dessas classes de solo.

A diminuição média de N nesse horizonte em relação a média das folhas foi de 65% no  $C_d$ , 66% no PV, 67% na AQ e  $LE^1$  e 69% no LV e  $LE^2$ .

A diminuição média de P, nesse horizonte, em relação à média das folhas, foi de 66% no  $LE^1$ , 71% na AQ, 80% no LV, 86% no  $LE^2$ , 83% no  $C_d$  e 89% no PV. Esse fato pode evidenciar uma maior necessidade desse elemento, para manter a produtividade nos solos, principalmente, no  $C_d$  e PV, onde o crescimento foi maior.

Com relação ao teor de K, a diminuição foi de 55% no  $LE^2$ , 75% no  $C_d$ , 7 % no LV, 47% no PV, 71% no  $LE^1$  e 74% na AQ. Mesmo sabendo-se que o K é um elemento altamente hidrossolúvel e que apresenta pouca ligação orgânica (GOLLEY et al., 1978; SMITH, 1982; STEVENSON, 1982), nota-se que a liberação de P no horizonte orgânico  $L_n$  em relação ao teor foliar, foi mais intensa que a liberação de K, em todos os solos (com exceção da AQ e  $LE^1$ ).

Devido a pouca liberação de C nesse horizonte em relação às folhas e pelo fato do P ser ligado organicamente (MENGEL e KIRKBY, 1987, TISDALE et al., 1993) e precisar de desintegração mecânica e hidrólise no passo inicial da decomposição, para ser liberado (SMITH, 1982), pode-se supor que muito desse P tenha sido reciclado antes da queda da serapilheira, fato bastante conhecido para as espécies de eucalipto (LIMA, 1993).

A diminuição dos teores de C, nas classes PV e C<sub>d</sub>, foi de 11% e 8%, respectivamente. Essa pouca liberação de C, em relação aos teores determinados nas folhas, poderia indicar que a queda desse horizonte é recente.

Ca foi o único macronutriente que acumulou, nesse horizonte, em relação aos teores determinados nas folhas. Esse acúmulo foi significativo nas classes LV (30%), LE<sup>2</sup> (58%) e C<sub>d</sub> (45%). O acúmulo de Ca pode ser devido ao fato de ele ser um elemento que forma compostos estruturais, com a matéria orgânica (BLAIR, 1988). E, também, porque pode estar preso, no pectato da lamela média, à sais orgânicos insolúveis e adsorvido, fortemente, à proteínas (GOLLEY et al., 1978).

CROMACK e MONK (1975)<sup>3</sup>, citados por HARMON et al. (1990, p. 65), argumentam ainda, que a retenção de Ca, na serapilheira, deve-se à formação do oxalato de Ca, por alguns fungos. DUCHAUFOUR (1976) cita que, em alguns tipos de serapilheira, esse elemento encontra-se na forma de carbonato de Ca, que é um agente estabilizante eficaz, que atua no material orgânico fresco, e nos compostos humificados, com a função de imobilizar ácidos fúlvicos. Do ponto de vista ecológico, esse fato é bastante importante pois, assim, se diminui a acidificação do solo.

Apresentaram teores menores nesse horizonte, em relação aos teores determinados nas folhas os seguintes macronutrientes: N, P, K e Mg. Isso poderia indicar que N e P estejam sendo eficientemente reciclados pela planta, antes da queda, já que sua liberação foi muito maior que a perda de C. Essa eficiente ciclagem interna, do *E. grandis*, já é conhecida na literatura. Entretanto, quanto a liberação de K e Mg, elementos esses que apresentam pouca ligação orgânica (TAM; SPOSITO e SENESI, 1991), a sua diminuição pode ter sido ocasionada, além da ciclagem interna, pela absorção por microrganismos, dentre outros fatores.

<sup>3</sup> CROMACK, K.Jr. and MONK, C.D. Litter production, decomposition, and nutrient cycling in a mixed hardwood watershed and a white pine watershed. In: HOWELL, F.G.; GENTRY, J.B.; SMITH, M.H. (Eds.). **Mineral cycling and Southeastern Ecosystems**. Virginia : USDC, p. 609 - 624, 1975



Na Tabela 12, está demonstrada a comparação dos teores médios de Fe, Mn, Cu, Zn, B e Al determinados no horizonte orgânico L<sub>n</sub> e os teores determinados nas folhas.

Com relação aos teores determinados nas folhas, pode-se observar que a ordem de diminuição, dos elementos químicos, não se alterou nesse horizonte, ou seja: Mn > Al > Fe > B > Zn > Cu. Observa-se que elementos como Mn, Al, Fe e B acumularam, nesse horizonte, em relação à média das folhas, com exceção dos teores de Mn nas folhas sobre LE<sup>1</sup> e PV, onde as diferenças não foram significativas (ver análise estatística na Tabela 20, do Anexo). Ao contrário, Zn diminuiu em todas as classes de solo e Cu, apenas nas classes AQ e C<sub>d</sub>.

TABELA 12 - COMPARAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE Fe, Mn, Cu, Zn, B e Al NO HORIZONTE ORGÂNICO L<sub>n</sub> COM OS TEORES MÉDIOS NAS FOLHAS DE *E. grandis*, POR CLASSE DE SOLO

ELEMENTO	AQ	LV	LE <sup>1</sup>	LE <sup>2</sup>	PV	C <sub>d</sub>
Fe Folha (µg/g)	57	56	63	64	47	54
Fe L <sub>n</sub> (µg/g)	145	136	160	167	170	170
Mn Folha (µg/g)	681	441	500	457	804	616
Mn L <sub>n</sub> (µg/g)	880	703	681	861	916	1086
Cu Folha (µg/g)	8	8	9	7	8	9
Cu L <sub>n</sub> (µg/g)	6	8	7	8	8	8
Zn Folha (µg/g)	18	17	19	15	18	19
Zn L <sub>n</sub> (µg/g)	8	8	7	9	11	11
B Folha (µg/g)	12	22	22	20	23	20
B L <sub>n</sub> (µg/g)	26	34	31	43	42	41
Al Folha (µg/g)	72	116	94	117	77	81
Al L <sub>n</sub> (µg/g)	291	289	325	349	349	331

O aumento do teor de Fe, nesse horizonte, em relação ao teor determinado nas folhas, foi cerca de 143% no LV, 154% na AQ e no LE<sup>1</sup>, 161% no LE<sup>2</sup>, 215% no C<sub>d</sub> e 262% no PV. Esse acúmulo de Fe pode ser devido ao fato dele ser um cátion imóvel e de pouca hidrossolubilidade, por apresentar adsorção específica, tornando-o mais fortemente retido, nos complexos orgânicos (SENESI; SPOSITO e BRADFORD, 1989).

Quanto a Mn, o aumento, nesse horizonte, em relação ao teor determinado nas folhas, foi de 29% na AQ, 59% no LV, 76% no C<sub>d</sub> e 88% no LE<sup>2</sup>. Esse menor aumento de Mn, em relação ao Fe, pode ser devido ao fato de que sua absorção ocorra na forma hidratada

(SENESI; SPOSITO e BRADFORD, 1989) e, dessa maneira, esteja menos retido a compostos orgânicos.

Para Cu, ocorreu diminuição, nesse horizonte, em relação ao teor determinado nas folhas de 25% na AQ e 11% no C<sub>d</sub>. Esse fato pode estar relacionado com as observações feitas por KABATA-PENDIAS e PENDIAS (1992), de que o Cu esteja ligado a compostos de baixo peso molecular e dessa maneira seja liberado durante a decomposição dos resíduos da planta, por hidrólise.

Zn também diminuiu, nesse horizonte, em relação ao teor determinado nas folhas, cerca de 63% no LE<sup>1</sup>, 55% na AQ, 53% no LV, 42% no C<sub>d</sub>, 40% no LE<sup>2</sup> e 39% no PV. De acordo com KABATA-PENDIAS e PENDIAS (1992), as constantes de estabilidade para Zn são fracas, dessa forma, ele é um elemento facilmente liberado, conforme pode-se observar neste estudo.

A diminuição de Zn e Cu, nesse horizonte, poderia indicar que os compostos, por eles formados, podem ter sido sintetizados, deixando-os livres à absorção da planta ou à utilização pelos microrganismos. Se a primeira hipótese for verdadeira, essa diminuição pode ter ocorrido internamente, antes da queda da folha.

B, da mesma forma que Fe e Mn, aumentou nesse horizonte, em relação ao teor determinado nas folhas, cerca de 117% na AQ, 115% no LE<sup>2</sup>, 105% no C<sub>d</sub>, 83% no PV, 54% no LV e 41% no LE<sup>1</sup>. O acúmulo de B, nesse horizonte, pode indicar que compostos como ácido láctico, pirúvico, glucorônico, glucose, glicerol e celobiose ainda não tenham sido quebrados pelos microrganismos para que sua liberação ocorresse (PARKS e WHITE, 1952). Como, até o estágio de decomposição estudado, pouco do C foi liberado, esses resultados comprovariam as observações de PARKS e WHITE (1952), de que solos, com altos teores de matéria orgânica, são usualmente ricos em B e que o B não é prontamente lixiviado desses solos.

Al foi o elemento que apresentou maior acúmulo, nesse horizonte, em relação aos teores determinados nas folhas. O aumento foi cerca de 353% no PV, 309% no C<sub>d</sub>, 304% na AQ, 246% no LE<sup>1</sup>, 198% no LE<sup>2</sup> e 149% no LV.

Esse acúmulo de Al pode ter sido acarretado pela sua quelação com compostos orgânicos (POHLMAN e McCOLL, 1988). THOMAS e HARGROVE (1984) argumentam, ainda, que o Al, retido na matéria orgânica, parece ser completamente estável, na forma de um complexo Al - matéria orgânica. E, por esse motivo, o Al ligado não é muito trocável, fazendo

com que a CTC efetiva, da matéria orgânica, seja inversamente proporcional à quantidade de Al presente. Dessa forma, a matéria orgânica contribuiria muito pouco para a CTC efetiva, do solo.

Como dentre os micronutrientes apenas Cu e Zn diminuíram, em relação aos teores determinados nas folhas e, de acordo com HILL (1980), esses elementos apresentam mobilidade variável, pode-se cogitar que a planta pode vir a apresentar sintomas de deficiência desses elementos antes que os demais, já que aqueles podem vir a ser utilizados posteriormente, com a decomposição da matéria orgânica

#### 5.2.2.4 Teores dos Elementos Químicos no Horizonte Orgânico L<sub>v</sub>

Na Tabela 13, está demonstrada a comparação dos teores médios de N, P, K, Ca, Mg e C nos horizontes orgânicos L<sub>v</sub> e L<sub>n</sub>, por classe de solo. Na Tabela 22, do Anexo, encontra-se o Teste *t*, por médias pareadas, referente aos dados dessa Tabela.

A média geral foi obtida de 106 a 107 observações, que variaram de 29 a 30 para a AQ com exceção do B (média de 19 observações), de 23 para o LV com exceção do B (média de 16 observações); 7 para o LE<sup>1</sup>, com exceção do B (média de 5 observações), 24 para o LE<sup>2</sup>, com exceção do B (média de 20 observações), 16 no C<sub>d</sub>, com exceção do B (média de 14 observações) e 7 no PV, com exceção do B (média de 3 observações).

A ordem de diminuição dos elementos químicos, no horizonte orgânico L<sub>v</sub>, alterou-se em relação ao horizonte orgânico L<sub>n</sub>, somente com relação ao Mg, que inverteu o seu lugar com o K. Os demais permaneceram inalterados: C > Ca > N > Mg > K > P.

Ressalta-se o teor de P não detectado, pelo aparelho de medição, para o PV. Esse fato pode indicar que a decomposição, nesse horizonte, esteja sendo limitada pela ausência, ou quase ausência, desse elemento, já que a mineralização ocorrerá quando a relação C/P estiver em torno de 200:1 (ALEXANDER, 1980).

Observa-se, também, que em todas as classes de solo, não foi detectado, pelo aparelho de medição, o teor mínimo de P (ver Tabela 21, no Anexo). Nessas situações, o P também pode estar limitando a decomposição e terá que ser suprido por outra fonte de P.

Nesse horizonte, por ter havido liberação de C em todos os solos, com exceção do LE<sup>1</sup>, em relação ao horizonte L<sub>n</sub>, pode-se supor que qualquer aumento dos demais elementos,

abaixo da quantidade de C perdida, pode ser apenas encarado como efeito de concentração. A diminuição de C, nesse horizonte, em relação ao  $L_n$ , foi de 18% na AQ e no  $LE^2$ , 19% no LV, 9% no  $C_d$  e 12% no PV.

TABELA 13 - COMPARAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE N, P, K, Ca, Mg e C NO HORIZONTE ORGÂNICO  $L_v$  COM OS TEORES MÉDIOS NO HORIZONTE ORGÂNICO  $L_n$  DE *E. grandis*, POR CLASSE DE SOLO

ELEMENTO	AQ	LV	$LE^1$	$LE^2$	PV	$C_d$
N $L_n$ (g/100 g)	0,74	0,60	0,68	0,58	0,75	0,81
N $L_v$ (g/100 g)	0,83	0,76	0,82	0,85	0,95	0,98
P $L_n$ ( $\mu$ g/g)	404	243	474	138	230	160
P $L_v$ ( $\mu$ g/g)	59	22	134	43	n.d.*	84
K $L_n$ (g/100 g)	0,16	0,19	0,21	0,28	0,20	0,36
K $L_v$ (g/100 g)	0,08	0,07	0,08	0,09	0,12	0,11
Ca $L_n$ (g/100 g)	0,78	0,78	0,61	0,84	0,60	0,90
Ca $L_v$ (g/100 g)	0,76	0,97	0,69	1,12	0,87	1,24
Mg $L_n$ (g/100 g)	0,17	0,17	0,15	0,19	0,17	0,17
Mg $L_v$ (g/100 g)	0,14	0,14	0,11	0,16	0,18	0,16
C $L_n$ (g/100 g)	33	32	31	33	32	32
C $L_v$ (g/100 g)	27	26	27	27	28	29

\*n.d.= não detectado pelo aparelho de medição.

Os teores de N, nesse horizonte, aumentaram em relação aos teores determinados no horizonte orgânico  $L_n$ , cerca de 12% na AQ, 17% no PV, 27% no LV, 46% no  $LE^2$  e 21% no  $C_d$ . Como já foi citado, esse aparente aumento de N, principalmente na classe AQ pode ser, na verdade, apenas um efeito de concentração. Dessa maneira, na maioria dos casos, os teores desse elemento podem ter permanecido praticamente estáveis, nesse horizonte, em relação aos teores determinados no horizonte orgânico  $L_n$ .

Os teores de P diminuíram, substancialmente, nesse horizonte, em relação aos teores determinados no horizonte  $L_n$ . A diminuição foi de 85% na AQ; 91% no LV; 72% no  $LE^1$  e 95% no  $LE^2$ . Como já foi evidenciado, não foi possível detectar, pelo aparelho de medição, os teores de P, no PV. Essa escassez de P, nesse estágio de decomposição, pode indicar que esse elemento pode vir a limitar a decomposição (MUNEVAR e WOLLUM, 1977; DAY, 1982; CARLYLE et al, 1990; HARRISON e HARKNESS, 1993) e, também, o crescimento (POLGLASE; JOKELA e COMERFORD, 1992) se não houver uma fonte alternativa. Como

já foi mencionado no item 5.2.1, os teores de P, disponíveis no PV, foram classificados como limitantes a muito baixos.

Os teores médios de K diminuíram em todas as classes, com exceção dos teores determinados no PV. A diminuição no C<sub>d</sub> foi de 69%, no LE<sup>2</sup> foi de 68%, no LV foi de 61%, no LE<sup>1</sup> foi de 62% e na AQ foi de 50%.

Os teores médios de Ca aumentaram no horizonte L<sub>v</sub> em relação ao L<sub>n</sub>, nas classes LV, LE<sup>2</sup>, PV e C<sub>d</sub>. Na classe LV, o aumento foi de 24%, na LE<sup>2</sup> de 33%, no PV de 45% e no C<sub>d</sub> de 38%.

Os teores médios de Mg diminuíram em todas as classes, com exceção das classes PV e C<sub>d</sub> em que a diferença não foi significativa. A diminuição foi de 18% na AQ, de 21% no LV, de 27% no LE<sup>1</sup> e 16% no LE<sup>2</sup>.

Ressalta-se, nesse item, a pouca alteração dos teores médios de Ca, Mg e N nesse horizonte, em relação ao horizonte orgânico L<sub>n</sub>, em contraste com a substancial diminuição de P e K neste horizonte, em relação ao horizonte orgânico L<sub>n</sub>.

Na Tabela 14, está apresentada a comparação dos teores de Fe, Mn, Cu, Zn, B e Al no horizonte orgânico L<sub>v</sub> em relação aos teores no horizonte orgânico L<sub>n</sub>, por classe de solo. A análise estatística encontra-se na Tabela 25, do Anexo.

Com relação aos teores determinados nas folhas e aos teores determinados no horizonte orgânico L<sub>n</sub>, pode-se observar que a ordem de diminuição dos elementos químicos não se alterou no horizonte L<sub>v</sub>, em relação a microelementos. Dessa maneira, em relação aos teores absolutos - sem considerar acúmulo ou diminuição - a ordem ficou a seguinte: Mn > Al > Fe > B > Zn > Cu. Os teores de todos esses elementos, quando houveram diferenças significativas, aumentaram nesse horizonte em relação ao horizonte L<sub>n</sub>.

Houve um aumento do teor de Fe, nesse horizonte, em relação ao horizonte orgânico L<sub>n</sub>, em todos os solos. Esse aumento foi de 116% no PV, 121% no AQ, 138% no LE<sup>2</sup>, 144% no LV, 159% no LE<sup>1</sup> e 253% no C<sub>d</sub>.

Quanto a Mn, os teores não foram, estatisticamente, diferentes em relação ao horizonte L<sub>n</sub>. No entanto, esse foi o elemento que mais acumulou, nesse horizonte, em termos absolutos. O pouco acúmulo relativo pode ser devido ao fato de já existir muito Mn, nesse horizonte.

Pode-se observar que, no C<sub>d</sub>, o teor máximo de Mn chegou a 3124 µg/g (ver Tabela 21, do Anexo). A mesma observação cabe para o Al que, aparentemente, acumulou menos

que o Fe em termos relativos. No entanto, sua concentração, nesse horizonte, foi bastante elevada. Assim como a de Mn, chegando a um valor máximo de 4230 µg/g no C<sub>d</sub>.

TABELA 14 - COMPARAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE Fe, Mn, Cu, Zn, B e Al NO HORIZONTE ORGÂNICO L<sub>v</sub> COM OS TEORES MÉDIOS NO HORIZONTE ORGÂNICO L<sub>n</sub> DE *E. grandis*, POR CLASSE DE SOLO

ELEMENTO	AQ	LV	LE <sup>1</sup>	LE <sup>2</sup>	PV	C <sub>d</sub>
Fe L <sub>n</sub> (µg/g)	145	136	160	167	170	170
Fe L <sub>v</sub> (µg/g)	320	332	415	398	368	601
Mn L <sub>n</sub> (µg/g)	880	703	681	861	916	1086
Mn L <sub>v</sub> (µg/g)	977	685	948	799	1436	1236
Cu L <sub>n</sub> (µg/g)	6	8	7	8	8	8
Cu L <sub>v</sub> (µg/g)	8	8	9	11	9	10
Zn L <sub>n</sub> (µg/g)	8	8	7	9	11	11
Zn L <sub>v</sub> (µg/g)	11	11	9	14	16	18
B L <sub>n</sub> (µg/g)	26	34	31	43	42	41
B L <sub>v</sub> (µg/g)	37	35	31	42	30	38
Al L <sub>n</sub> (µg/g)	291	289	325	349	349	331
Al L <sub>v</sub> (µg/g)	666	729	568	843	798	1010

Os altos teores de Al, nesse horizonte, podem dificultar a quebra da matéria orgânica (ALEXANDER, 1980<sup>4</sup>, citado por FOY, 1984, p. 63). Em adição a isso, de acordo com JOOSEE e VLIET (1984), o Mn é um dos micronutrientes mais tóxicos para mamíferos e aves e é considerado não essencial, para as minhocas. Os altos teores desses dois elementos podem ser prejudiciais à quebra dessa matéria orgânica.

Os teores de Al aumentaram, no horizonte L<sub>v</sub> em relação ao horizonte orgânico L<sub>n</sub>, cerca de 75% no LE<sup>1</sup>, 129% na AQ e PV, 138% no LE<sup>2</sup>, 152% no LV, e 205% no C<sub>d</sub>.

Do contrário do que foi observado no horizonte orgânico L<sub>n</sub>, em relação aos teores determinados nas folhas, os teores de Cu e Zn aumentaram no horizonte orgânico L<sub>v</sub>, em relação ao horizonte orgânico L<sub>n</sub>.

Para Cu, ocorreu aumento significativo, nesse horizonte, em relação ao L<sub>n</sub>, apenas na AQ (33%) e no C<sub>d</sub> (25%).

<sup>4</sup> ALEXANDER, M. Effects of acidity on microorganisms and microbial processes in soils. In: HUTCHINSON, T.; HAVAS, M. (Eds.). **Effects of acid precipitation of terrestrial ecosystems**. New York : Plenum Publishing, 1980. p. 363 - 364

Com relação aos teores de Zn, o aumento nesse horizonte em relação a  $L_n$  ocorreu em todas as classes. Foi de 28% no  $LE^1$ , 37% na AQ e no LV, 45% no PV, 55% no  $LE^2$  e 64% no  $C_d$ .

B, aumentou, nesse horizonte, em relação a  $L_n$ , apenas na AQ (42%). Nas demais classes, a diferença não foi significativa. Essa pouca alteração no comportamento do B, com exceção da AQ, poderia significar que os compostos responsáveis pela sua fixação na matéria orgânica, ainda não foram degradados.

No entanto, pode-se inferir que o acúmulo de B, nesse horizonte, na AQ, seja o resultado dos menores teores de B, tanto nas folhas como no horizonte orgânico  $L_n$ , nessa classe de solo, fazendo com que a diferença entre os teores, nos dois horizontes estudados, tenha sido significativa.

Entretanto, apenas estudos específicos de decomposição podem demonstrar qual das hipóteses é verdadeira.

Finalizando este item, ressalta-se o grande acúmulo de Mn e Al, nos horizontes orgânicos até esse estágio de decomposição, principalmente em relação a Cu, Zn e B. Esse acúmulo poderia ser uma estratégia da planta, para diminuir a mobilização de Mn e Al que, provavelmente, já se encontram em quantidades altas nos solos, para que esses cátions não interfiram na absorção de outros metais mais escassos. Ou uma estratégia para impedir a invasão por outras plantas competitivas ou para diminuir a sua atratividade à fauna.

Todos os detalhes sobre o acúmulo de serapilheira, como uma estratégia adaptativa das espécies, foram ressaltados por FACELLI e PICKETT (1991). Um estudo a esse respeito pode ser importante para essa espécie, pois a aceleração da decomposição desses horizontes pode ser prejudicial ao seu crescimento.

### 5.2.3 UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE DE FATORES PARA INTERPRETAÇÃO DAS ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS REALIZADAS

Neste item, serão apresentados os resultados das análises de fatores realizadas para as variáveis medidas e a interpretação das novas variáveis, criadas por essa análise. No item 5.2.4, os fatores criados serão usados na análise de regressão, para a avaliação do crescimento de *E. grandis*, por classe de solo.

Foram realizadas três análises de fatores, para 92 variáveis independentes e 6 variáveis dependentes, agrupadas da seguinte forma:

⇒ Variáveis dependentes

*Grupo Produção:* Altura Dominante (HDom), Altura Comercial, circunferência à altura do peito (CAP), volume com casca, altura e diâmetro de copa.

⇒ Variáveis independentes

*Grupo Solo:* teores de N, P, K<sup>+</sup>, C, Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, pH, Al<sup>+3</sup>, H<sup>+</sup> + Al<sup>+3</sup>, argila, silte, areia fina, areia grossa, S.B. (soma de bases), T<sub>pH 7</sub>, V% (saturação de bases) e v% (Saturação de bases da CTC efetiva = m% - 100%), em todas as 4 profundidades avaliadas, num total de 52 variáveis medidas e 16 calculadas.

*Grupo Foliar:* teores de N, P, K, C, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B, e Al em folhas maduras das copas das árvores e no horizonte orgânico L<sub>n</sub>, num total de 24 variáveis.

#### 5.2.3.1 Grupo Produção

Para o *Grupo Produção*, foram definidos 2 fatores que explicaram 88% da variância das 6 variáveis originais. Na Tabela 15, está demonstrada a estrutura do fator, para esse grupo. Pela análise dos carregamentos maiores que 0,60 (números em negrito), pode-se ver que as variáveis, dentro de cada fator, são distintas (a mesma variável não apresenta carregamentos maiores que 0,60 em dois fatores), e apresentam correlação praticamente nula entre si (ver Tabela 23, do Anexo), conforme preconiza o princípio desse método.

Pode-se observar, na Tabela 15, que o primeiro fator foi chamado de *madeira*, porque os maiores carregamentos recaíram sobre as variáveis CAP, volume e altura. O agrupamento dessas variáveis, num mesmo fator, confirma o efeito de colineariedade entre elas e faz com que se reduza o número de regressões, para avaliar o crescimento do *E. grandis*.

Além disso, comprova o fato de que não há necessidade de medir tantas variáveis, para avaliar o crescimento. Basta escolher a de mais fácil medição e obter as demais, por meio de análise de regressão, como é feito em muitos estudos de inventário.

O segundo fator foi chamado de *copa*, já que abrangeu aspectos relativos às dimensões da copa. Devido a pouca importância desse fator (explicou apenas 20% da variância dos



dados) em relação ao *Fator Madeira*, ele não será utilizado como variável dependente para avaliar o crescimento do *E. grandis*, no item 5.2.4.

Como se deseja produzir madeira, não interessa, nesse momento, avaliar aspectos relativos ao desenvolvimento da copa, que em casos de plantios, podem ser mais dependentes do espaçamento, do que do próprio desenvolvimento da árvore, como se observa em condições naturais.

TABELA 15 - ESTRUTURA DO FATOR, COMUNALIDADES, AUTOVALORES E VARIÂNCIAS EXPLICADAS PARA CADA FATOR COMPOSTO PELOS PARÂMETROS DE PRODUÇÃO MEDIDOS

Variáveis determinadas		Fatores		Comunalidades
		1 - Madeira	2 - Copa	
	HDOM	<b>0,97</b>	0,05	0,95
	HCOM	<b>0,96</b>	0,07	0,92
	HCOPA	0,40	<b>0,75</b>	0,72
	DIAMCOP	-0,01	<b>0,91</b>	0,83
	CAP	<b>0,87</b>	0,38	0,90
	VOL	<b>0,95</b>	0,26	0,96
Autovalores		4,08	1,22	
variância explicada	separadamente	67.92859	20.26886	
por fator (%)	cumulativamente	67.92859	88.19745	

### 5.2.3.2 Grupo Solo

Para o *Grupo Solo*, foram identificados 11 fatores, que explicaram 85% da variância das 68 variáveis originais. Na Tabela 16, está demonstrada a estrutura do fator, para esse grupo.

O *Fator Solo 1* foi chamado de *Areia fina*, já que os maiores carregamentos encontram-se em todas as profundidades estudadas, para essa variável. Pela análise dos fatores, referentes às propriedades e características dos solos, pode-se ressaltar, também, que os teores de areia fina não dependeram de nenhuma outra variável medida (ver Tabela 23, do Anexo). A inclusão de todas as profundidades, num mesmo fator, pode significar que não se necessitaria subdividir em várias profundidades, como foi feito, diminuindo, dessa forma, o número de variáveis e o custo de análises. Esses dados confirmam os resultados apresentados no item 5.2.2.

TABELA 16 - ESTRUTURA DO FATOR, COMUNALIDADES, AUTOVALORES E VARIÂNCIAS EXPLICADAS PARA CADA FATOR COMPOSTO PELOS ELEMENTOS QUÍMICOS E PROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICAS DOS SOLOS

Variáveis Originais	Fatores											Comuna- lidades
	1 areia fina	2 Bases 5-30	3 carga bipolar	4 Bases 0-5	5 Na 0-30	6 K 10-30	7 P 10-30	8 pH 5-30	9 K 0-10	10 P 5-10	11 CN 0-30	
Na 0-5	0,063	-0,106	0,357	0,070	<b>0,690</b>	-0,181	0,137	0,176	0,134	-0,006	0,178	0,76
Na 5-10	0,139	-0,024	0,334	0,042	<b>0,809</b>	0,080	0,014	0,057	0,087	-0,056	0,212	0,85
Na 10-20	0,067	-0,002	0,343	0,064	<b>0,798</b>	0,100	-0,058	0,144	0,047	-0,002	0,234	0,85
Na 20-30	0,114	0,015	0,297	0,057	<b>0,776</b>	0,173	-0,107	0,130	-0,043	0,036	0,164	0,79
K 0-5	0,087	0,228	0,376	0,267	0,211	0,082	0,046	0,186	<b>0,648</b>	0,043	0,209	0,82
K 5-10	0,141	0,185	0,270	0,139	0,003	0,136	0,015	0,128	<b>0,672</b>	-0,086	0,278	0,72
K 10-20	0,073	0,357	0,310	-0,019	0,178	<b>0,650</b>	-0,006	0,000	0,179	0,068	0,315	0,82
K 20-30	0,063	0,383	0,256	0,009	0,157	<b>0,671</b>	0,026	-0,039	0,129	0,074	0,307	0,81
N 0-5	0,195	0,049	0,392	-0,015	0,060	0,067	0,117	0,058	0,261	-0,000	<b>0,740</b>	0,83
N 5-10	0,270	0,106	0,314	-0,022	0,087	0,124	0,089	-0,051	0,248	0,002	<b>0,740</b>	0,82
N 10-20	0,243	0,084	0,315	-0,061	0,088	0,142	0,049	0,023	0,156	0,032	<b>0,805</b>	0,87
N 20-30	0,262	0,061	0,334	-0,024	0,122	0,099	-0,014	0,052	0,130	0,048	<b>0,786</b>	0,85
C 0-5	0,172	-0,065	0,404	0,089	0,142	0,038	0,119	0,210	-0,003	-0,096	<b>0,650</b>	0,72
C 5-10	0,358	-0,066	0,546	0,012	0,125	0,119	-0,059	-0,070	0,203	0,097	<b>0,461</b>	0,73
C 10-20	0,150	-0,096	0,311	0,031	0,273	-0,002	-0,023	0,068	-0,142	0,106	<b>0,747</b>	0,80
C 20-30	0,169	-0,091	0,366	0,047	0,354	-0,065	-0,075	0,116	-0,117	0,085	<b>0,714</b>	0,85
Ca+Mg 0-5	0,040	0,203	0,176	<b>0,865</b>	0,099	-0,058	0,028	0,087	0,100	0,027	0,082	0,86
Ca+Mg 5-10	0,069	<b>0,896</b>	0,128	0,196	0,053	0,007	0,058	-0,052	-0,012	-0,136	0,117	0,90
Ca+Mg 10-20	0,083	<b>0,923</b>	0,170	0,083	-0,002	0,006	-0,012	0,028	0,071	0,070	-0,001	0,91
Ca+Mg 20-30	0,083	<b>0,903</b>	0,152	-0,001	-0,043	0,061	-0,013	0,017	0,087	0,129	-0,035	0,88
P 0-5	0,059	-0,071	-0,136	-0,028	-0,018	0,058	-0,512	0,000	0,126	-0,495	-0,235	0,61
P 5-10	-0,006	0,026	-0,117	-0,078	0,013	-0,075	-0,056	-0,104	-0,021	<b>-0,835</b>	-0,030	0,74
P 10-20	-0,064	-0,067	-0,077	-0,068	0,043	0,093	<b>-0,788</b>	-0,003	0,038	-0,211	-0,146	0,72
P 20-30	-0,058	0,009	-0,166	-0,011	-0,000	-0,131	<b>-0,800</b>	-0,100	-0,142	0,158	0,110	0,76
pH 0-5	0,066	0,141	0,088	<b>0,872</b>	0,060	0,081	-0,008	0,154	-0,086	0,055	-0,042	0,84
pH 5-10	0,058	0,249	0,260	0,422	0,235	0,058	0,060	<b>0,653</b>	-0,110	0,048	0,065	0,82
pH 10-20	-0,015	0,261	0,267	0,170	0,190	-0,017	0,080	<b>0,759</b>	0,119	0,017	0,042	0,80
pH 20-30	0,033	0,359	0,118	0,190	0,128	-0,129	-0,005	<b>0,703</b>	0,210	0,145	0,197	0,81
Al 0-5	0,100	-0,149	<b>0,618</b>	-0,516	0,021	-0,084	0,046	-0,113	0,267	0,101	0,284	0,86
Al 5-10	0,153	-0,109	<b>0,709</b>	-0,218	-0,023	0,047	0,019	-0,248	0,271	0,068	0,387	0,88
Al 10-20	0,197	-0,137	<b>0,753</b>	-0,066	0,013	0,029	0,021	-0,272	0,201	0,070	0,346	0,87
Al 20-30	0,187	-0,118	<b>0,782</b>	-0,076	0,029	0,090	0,037	-0,311	0,081	0,010	0,253	0,84
H+Al 0-5	0,079	-0,099	<b>0,661</b>	-0,377	0,185	-0,240	0,069	-0,010	0,219	0,104	0,218	0,80
H+Al 5-10	0,214	-0,097	<b>0,816</b>	-0,122	0,123	-0,078	0,017	-0,079	0,199	0,041	0,269	0,88
H+Al 10-20	0,233	-0,097	<b>0,828</b>	0,003	0,217	0,070	0,009	-0,056	0,055	0,079	0,242	0,87
H+Al 20-30	0,242	-0,063	<b>0,846</b>	0,052	0,205	0,055	0,032	-0,025	-0,057	0,005	0,185	0,86
Arg 0-5	0,300	-0,033	<b>0,863</b>	0,031	0,108	0,046	0,057	0,181	-0,048	-0,000	0,196	0,93
Arg 5-10	0,303	-0,001	<b>0,863</b>	0,073	0,116	0,047	0,061	0,179	-0,051	-0,009	0,165	0,92
Arg 10-20	0,307	0,002	<b>0,848</b>	0,067	0,131	0,062	0,064	0,201	-0,046	-0,021	0,183	0,92
Arg 20-30	0,307	-0,005	<b>0,846</b>	0,062	0,104	0,073	0,067	0,196	-0,036	-0,024	0,203	0,91
Silte 0-5	0,180	0,164	<b>0,610</b>	0,153	0,241	0,153	0,061	0,364	0,297	0,061	0,280	0,84
Silte 5-10	0,171	0,184	<b>0,578</b>	0,083	0,221	0,167	0,040	0,338	0,327	0,048	0,381	0,85
Silte 10-20	0,181	0,170	<b>0,601</b>	0,087	0,195	0,138	0,067	0,324	0,328	0,061	0,386	0,86
Silte 20-30	0,200	0,155	<b>0,589</b>	0,086	0,216	0,161	0,087	0,383	0,307	0,062	0,336	0,85
Ar fina 0-5	<b>-0,808</b>	-0,103	-0,342	0,004	-0,117	-0,012	-0,046	-0,026	-0,084	0,006	-0,355	0,93
Ar fina 5-10	<b>-0,821</b>	-0,109	-0,335	-0,012	-0,115	-0,022	-0,046	-0,003	-0,069	0,011	-0,353	0,94
Ar fina 10-20	<b>-0,815</b>	-0,101	-0,337	-0,023	-0,107	-0,027	-0,028	-0,010	-0,072	-0,005	-0,365	0,94
Ar fina 20-30	<b>-0,796</b>	-0,115	-0,352	-0,014	-0,114	-0,033	-0,046	-0,018	-0,070	0,012	-0,372	0,93
Ar gr 0-5	0,260	0,044	<b>-0,847</b>	-0,097	-0,117	-0,101	-0,049	-0,316	-0,012	-0,031	-0,036	0,92
Ar gr 5-10	0,273	0,010	<b>-0,848</b>	-0,100	-0,121	-0,102	-0,046	-0,322	-0,034	-0,021	-0,049	0,94

continua

conclusão

TABELA 16 - ESTRUTURA DO FATOR, COMUNALIDADES, AUTOVALORES E VARIÂNCIAS EXPLICADAS PARA CADA FATOR COMPOSTO PELOS ELEMENTOS QUÍMICOS E PROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICAS DOS SOLOS

Variáveis Originais	Fatores											Comuna- lidades
	1 areia fina	2 Bases 5-30	3 carga bipolar	4 Bases 0-5	5 Na 0-30	6 K 10-30	7 P 10-30	8 pH 5-30	9 K 0-10	10 P 5-10	11 CN 0-30	
Ar gr 10-20	0,252	-0,003	<b>-0,844</b>	-0,087	-0,133	-0,101	-0,073	-0,337	-0,044	-0,003	-0,066	0,94
Ar g 20-30	0,248	0,028	<b>-0,833</b>	-0,091	-0,110	-0,120	-0,070	-0,356	-0,046	-0,013	-0,051	0,93
SB 0-5	0,043	0,205	0,189	<b>0,859</b>	0,113	-0,057	0,031	0,093	0,119	0,028	0,089	0,87
SB 5-10	0,076	<b>0,890</b>	0,142	0,200	0,062	0,013	0,058	-0,045	0,019	-0,138	0,129	0,90
SB 10-20	0,085	<b>0,921</b>	0,183	0,081	0,013	0,033	-0,012	0,029	0,077	0,071	0,014	0,91
SB 20-30	0,085	<b>0,902</b>	0,159	-0,000	-0,033	0,081	-0,013	0,016	0,090	0,130	-0,025	0,88
T <sub>pH7</sub> 0-5	0,093	-0,019	<b>0,712</b>	-0,046	0,221	-0,255	0,079	0,025	0,257	0,111	0,245	0,78
T <sub>pH7</sub> 5-10	0,223	0,130	<b>0,813</b>	-0,066	0,133	-0,071	0,031	-0,086	0,194	0,004	0,288	0,88
T <sub>pH7</sub> 10-20	0,241	0,113	<b>0,830</b>	0,021	0,210	0,074	0,006	-0,047	0,070	0,091	0,234	0,88
T <sub>pH7</sub> 20-30	0,251	0,188	<b>0,841</b>	0,049	0,184	0,074	0,027	-0,019	-0,029	0,041	0,168	0,88
V% 0-5	-0,037	0,261	-0,138	<b>0,894</b>	-0,057	0,010	0,037	0,047	0,112	0,036	-0,016	0,91
V% 5-10	-0,029	<b>0,819</b>	-0,204	0,216	0,007	0,026	0,090	0,006	-0,055	-0,216	0,082	0,82
V% 10-20	-0,011	<b>0,892</b>	-0,209	0,120	-0,068	-0,017	0,013	0,139	0,047	-0,019	-0,017	0,88
V% 20-30	-0,007	<b>0,876</b>	-0,232	0,058	-0,095	0,032	-0,004	0,123	0,101	0,105	-0,023	0,87
v% 0-5	-0,063	0,275	-0,188	<b>0,843</b>	-0,014	-0,003	0,033	0,057	0,069	-0,004	-0,046	0,84
v% 5-10	-0,013	<b>0,751</b>	-0,206	0,370	0,063	0,051	0,047	0,129	-0,096	-0,196	0,010	0,82
v% 10-20	-0,044	<b>0,838</b>	-0,235	0,181	0,030	0,092	-0,016	0,242	-0,052	-0,029	-0,079	0,87
v% 20-30	-0,029	<b>0,814</b>	-0,263	0,124	-0,025	0,135	-0,028	0,264	0,027	0,098	-0,060	0,85
Autovalores	25,96	12,14	4,92	3,69	2,47	2,03	1,71	1,45	1,23	1,13	1,09	
S <sup>2</sup> explicada separadam.	38,18	17,85	7,23	5,43	3,64	2,99	2,51	2,13	1,81	1,66	1,61	
cumulativam.	38,18	56,03	63,26	68,69	72,32	75,31	77,83	79,96	81,77	83,44	85,05	

O segundo e o quarto fatores foram chamados, respectivamente, de *Bases 5-30 cm* e *Bases 0-5 cm*, já que incluíram os principais componentes da saturação de bases, nessas profundidades. A distinção da profundidade de 0-5 cm, das demais, poderia indicar que conforme citado pela literatura (EVERS<sup>5</sup>, 1967 citado por SPURR e BARNES, 1982, p. 219-220; BARROS et al., 1986; GONÇALVES et al., 1993; MELO, 1994; MORO, 1994), os primeiros centímetros do solo são os que sofrem maior influência de tratamentos culturais e ciclagem e que essa influência, é menor ou atinge de uma maneira similar as demais profundidades.

Da mesma forma que o *Fator Areia Fina*, não seria necessário, com exceção da profundidade 0-5 cm, subdividir as demais profundidades.

A não inclusão dos teores individuais de K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup>, tanto no fator 2 como no 4, poderia indicar que esses elementos apresentam pouca participação na Soma de Bases (S.B.) e

<sup>5</sup> EVERS, F. H. Kohlenstoffbezogene Nährelementverhältnisse (C/N, C/P, C/K, C/Ca) zur Charakterisierung der Ernährungssituation in Waldböden.. *Forstpflz*, v. 17, p. 69 - 76, 1967

Saturação de Bases (V%), ou também que, como são íons facilmente lixiviados, o seu comportamento seria diferente de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$ , que não lixiviam com tanta facilidade.

No *Fator Bases 0-5 cm*, entrou o pH, diferentemente do *Fator Bases 5-30 cm*. Porém, como se pode observar na Tabela 5, houve uma tendência dos valores médios, originais de pH na profundidade de 0-5 cm, serem distintos das demais, em termos de variância e valor, comprovando, mais uma vez, a distinção dessa profundidade das demais.

O *Fator Solo 3* foi chamado de *Carga Bipolar* porque os maiores carregamentos englobaram variáveis relacionadas com a textura e a CTC.

De todos os fatores, até agora citados, esse foi o que apresentou o maior número de carregamentos acima de 0,60. Com carregamentos menores que 0,60 foram incluídos o teor de silte de 5-10 cm e de 20-30 cm, já que apresentaram carregamentos próximos (0,58) e são coerentes, com o restante das variáveis.

Chama-se atenção para o caráter bipolar desse fator, ou seja, quanto maior a fração de areia grossa, menor o conteúdo das demais variáveis ( $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{H} + \text{Al}^{+3}$ , argila, silte e  $\text{T}_{\text{pH7}}$ ). Isso poderia indicar o efeito negativo da fração de areia grossa na retenção dos cátions e, também, um provável efeito negativo na retenção de água, já que os carregamentos dessa variável foram inversos aos carregamentos dos teores das frações de argila e de silte.

Esse fator demonstra, também, a importância das frações argila e silte, na retenção dos cátions do solo, devido às cargas positivas e negativas que elas contêm (RESENDE et al., 1995). Esse aspecto é importante, de ser levado em consideração, quando se tenta realizar “grandes adubações” (“esperando-se grandes produtividades”) em solos que apresentam características físicas críticas, já que grande parte dos elementos liberados, desse adubo, será lixiviado, contaminando o lençol freático e levando a gastos desnecessários.

Pela análise dos dados originais feita no item 5.2.2, já tinha-se comentado sobre o equilíbrio entre as propriedades químicas e físicas dos solos estudados. Esse fator veio confirmar isso. Entretanto, o efeito negativo da fração areia grossa não foi avaliado anteriormente.

Pela interpretação do *Fator Solo 5*, resolveu-se denominá-lo de *Na 0-30 cm* já que o teor de  $\text{Na}^+$  foi colinear em todas as profundidades, talvez porque a origem seja a mesma, ou porque ocorra um padrão de lixiviação desse  $\text{Na}^+$ , de uma maneira similar. Para esse elemento, também, não seria necessário a subdivisão em várias profundidades.

Diferentemente do *Fator Solo 5 Na*, foram necessários dois fatores, para explicar o comportamento do teor de  $K^+$ , nos solos estudados. O *Fator Solo 6*, foi chamado de *K 10-30 cm*, e o *Fator Solo 9*, denominado de *K 0-10 cm*. A interpretação desses resultados, leva a crer que a lixiviação do  $K^+$  pode ser similar até 10 cm e, a partir daí, alterar-se por algum motivo. No entanto, também, nesses dois fatores comprova-se que se poderia reduzir o número de variáveis.

No *Fator Solo 7*, chamado de *P 10-30 cm*, e no *Fator Solo 10*, denominado de *P 0-10 cm*, ocorreu o mesmo comportamento observado nos *Fatores 6 e 9*, para K. No *Fator 10*, foi incluído o teor de P de 0-5 cm com carregamento inferior a 0,60 por essa variável ter apresentado o segundo maior carregamento nesse fator (0,49), inferior ao valor estipulado.

A subdivisão desses dois fatores poderia indicar que, até 10 cm, a variação do teor de P existente seja similar e, a partir daí, as concentrações podem ser muito pequenas, fazendo com que perca a colineariedade com os teores das primeiras profundidades. A redução do número de variáveis, também, poderia ser feita para a análise desse elemento.

No *Fator Solo 8*, chamado de *pH 5-30 cm*, é interessante notar a falta de colineariedade dessa propriedade, com qualquer outra do solo (ver Tabela 23, do Anexo). No entanto, esse fato não é muito comum, pois da mesma maneira que o pH determinado a 0-5 cm ele, também, poderia ter sido incluído no *Fator Bases 5-30*. Especulando a esse respeito, poder-se-ia cogitar que essa alteração do pH seja de origem antrópica, através da adição de matéria orgânica - resíduos, cinza - ou mesmo adubação.

Como a correlação é praticamente nula, somente dentro do mesmo fator e, entre fatores pode existir alguma correlação, pode-se observar na Tabela 23, do Anexo, que existe uma fraca correlação entre o *Fator Solo pH* e o *Fator Foliar C L<sub>n</sub>* ( $r=0,34$ ). Mesmo que essa correlação não represente causa e efeito, pode-se argumentar que, em algumas situações onde o pH de 5-30 cm é alto, está havendo aumento de C, no horizonte orgânico L<sub>n</sub>.

No *Fator Solo 11* foram incluídos os teores de C e N e, por essa razão, esse fator recebeu o nome de *C e N*. Foi incluído o teor de C na profundidade 5-10 com um carregamento menor que 0,60 (0,46) devido a sua ligação com as demais variáveis. Esse fator representa um clássico da literatura que é a influência do teor de C, na manutenção de N, no sistema. Para a determinação dessas duas variáveis, nessas condições, não seria necessário subdividir o solo em profundidades, a menos que se quisesse conhecer os teores, desses nutrientes, em cada uma.

### 5.2.3.3 Grupo Foliar

Para o *Grupo Foliar*, foram definidos 9 fatores que explicaram 73% da variância das 24 variáveis originais. Na Tabela 17, está demonstrada a estrutura do fator para esse grupo.

O *Fator Foliar 1* foi chamado de *Proteína*, já que incluiu dois macronutrientes essenciais, no crescimento da planta - N e P e dois micronutrientes também, importantes - Zn e Cu. Cabe ressaltar que, embora com um carregamento menor que 0,60 (0,56), o Cu foi incluído, devido ao fato do carregamento ser alto e próximo ao estipulado.

Micronutrientes como Zn e Cu normalmente interagem com N porque eles participam da formação de proteínas (JACKSON et al.<sup>6</sup>, 1978 citado por MENGEL e KIRKBY, 1987, p. 540). Segundo esses autores, as folhas contêm altas concentrações de uma proteína chamada dismutase superoxidase que contém 2 átomos de Zn e 2 átomos de Cu, por proteína, sendo que 90% do conteúdo total dessa proteína encontra-se nos cloroplastos.

Cobre tem alta afinidade pelo N dos grupo amino e parece que atua como carregador nos compostos de N. Zinco também, está envolvido no metabolismo de N na planta, já que em plantas deficientes em Zn a síntese de proteína e os níveis de proteína são reduzidos, acarretando em acúmulo de aminoácidos e amida (MENGEL e KIRKBY, 1987).

Várias formas de RNA funcionam na síntese de proteína e, tanto na estrutura do RNA como DNA, há P e N (MENGEL e KIRKBY, 1987). Entretanto, se houver deficiência de Zn, haverá diminuição dos níveis de RNA e no conteúdo de ribossomos das células (MENGEL e KIRKBY, 1987).

Embora, diversos autores discutam as interações entre N, P, Cu e Zn (SOLTANPOUR, 1969, OLSEN, 1972 LINDSAY, 1972; TIFFIN, 1972; MENGEL e KIRKBY, 1987), referentes à aplicação de um, por meio de fertilizantes, podendo induzir deficiências de outro, o que se quer ressaltar nesse fator, é o aspecto combinado desses quatro elementos nas folhas maduras da planta e a sua importância na síntese de proteínas.

---

<sup>6</sup> JACKSON, C.; et al. Subcellular localization and identification of superoxide dismutase in the leaves of higher plants. *Eur. J. Biochem*, v. 91, p. 339 - 344, 1978

TABELA 17 - ESTRUTURA DO FATOR, COMUNALIDADES, AUTOVALORES E VARIÂNCIAS EXPLICADAS PARA CADA FATOR COMPOSTO PELOS ELEMENTOS QUÍMICOS DETERMINADOS NAS FOLHAS E NO HORIZONTE ORGÂNICO L<sub>n</sub>

Variáveis Medidas	Fatores									Comunali- dades
	1 Proteína	2 Ciclagem de K	3 Fe e Al L <sub>n</sub>	4 Ciclagem de Mn	5 Fe e Al Foliar	6 Ciclagem de Ca	7 C e B	8 Ciclagem de Mg	9 C L <sub>n</sub>	
Ca folha	0,181	-0,170	-0,145	0,167	-0,045	<b>0,797</b>	0,138	-0,066	0,131	0,79
Ca L <sub>n</sub>	-0,081	0,199	-0,012	0,133	0,058	<b>0,853</b>	0,055	0,219	-0,018	0,85
P folha	<b>0,896</b>	0,164	-0,061	-0,022	-0,088	0,141	0,144	-0,028	0,002	0,88
P L <sub>n</sub>	0,358	-0,177	0,044	-0,204	0,205	0,127	0,466	-0,372	0,254	0,68
Mg folha	-0,098	0,173	-0,186	-0,036	-0,157	0,028	-0,027	<b>0,785</b>	0,059	0,72
Mg L <sub>n</sub>	-0,011	0,075	0,089	-0,119	0,139	0,117	0,070	<b>0,818</b>	-0,253	0,80
K folha	0,230	<b>0,857</b>	-0,035	-0,007	-0,154	-0,088	0,047	0,117	0,052	0,84
K L <sub>n</sub>	-0,105	<b>0,848</b>	0,160	0,100	0,093	0,124	-0,038	0,124	0,056	0,81
N folha	<b>0,862</b>	0,125	0,017	0,007	0,100	0,068	0,200	-0,058	-0,080	0,82
N L <sub>n</sub>	0,567	0,028	0,041	0,148	-0,042	-0,003	-0,062	-0,385	-0,238	0,56
Mn folha	0,229	-0,074	-0,016	<b>0,829</b>	0,041	0,059	0,135	-0,222	-0,035	0,82
Mn L <sub>n</sub>	0,005	0,152	-0,001	<b>0,876</b>	0,000	0,178	0,136	0,032	-0,041	0,84
Zn folha	<b>0,762</b>	-0,176	0,059	0,148	-0,082	0,019	-0,250	0,088	0,143	0,74
Zn L <sub>n</sub>	0,224	0,375	0,233	-0,064	-0,205	0,376	-0,421	0,062	-0,074	0,62
Fe folha	0,124	-0,093	0,040	0,023	<b>0,863</b>	0,108	0,093	0,028	0,068	0,80
Fe L <sub>n</sub>	0,099	0,148	<b>0,902</b>	0,001	0,095	-0,045	0,002	-0,035	0,005	0,86
Cu folha	<b>0,559</b>	-0,034	0,054	0,102	0,103	-0,114	-0,017	-0,108	0,517	0,63
Cu L <sub>n</sub>	-0,211	-0,038	0,173	0,251	-0,049	-0,336	-0,184	0,173	0,368	0,45
Al folha	-0,186	0,041	-0,085	0,012	<b>0,769</b>	-0,139	-0,341	-0,070	-0,061	0,78
Al L <sub>n</sub>	0,022	-0,080	<b>0,880</b>	-0,008	-0,087	-0,119	-0,131	-0,101	0,074	0,84
B folha	-0,120	-0,063	0,075	-0,099	0,260	-0,162	<b>-0,685</b>	-0,101	0,077	0,61
B L <sub>n</sub>	-0,256	0,297	0,494	-0,006	-0,075	0,081	-0,386	0,081	-0,122	0,58
C L <sub>n</sub>	0,024	-0,108	0,019	0,131	-0,002	-0,133	0,115	0,121	<b>-0,764</b>	0,66
C folha	0,083	-0,014	0,107	-0,201	0,009	-0,054	<b>-0,654</b>	-0,010	0,184	0,52
Autova- lores	3,85	2,75	2,69	1,78	1,61	1,33	1,31	1,14	1,03	
variância explicada	16,041	11,464	11,225	7,419	6,702	5,527	5,463	4,758	4,285	
por cada fator	16,041	27,506	38,732	46,151	52,853	58,380	63,843	68,601	72,887	

O *Fator Foliar 2* foi chamado de *Ciclagem de K* porque se refere tanto aos teores de K determinados nas folhas, como a concentração existente no horizonte orgânico L<sub>n</sub>. Isso poderia indicar que o teor de K, contido nesse horizonte, seria ainda dependente da quantidade redistribuída antes da queda, com pouca influência da lixiviação ou ação de microrganismos, já que se houvesse a influência de um efeito “externo” no horizonte orgânico L<sub>n</sub>, diferente do que

ocorreu nos teores de K determinados nas folhas, provavelmente essas duas variáveis não seriam colineares e seriam necessários dois fatores para representá-las.

A inclusão, no mesmo fator, do teor de K, indica que não seria necessário medir ou o teor de K, nas folhas ou nesse horizonte orgânico, bastando determinar apenas a variável de mais fácil medição diminuindo, dessa maneira, o número de amostras para análise, com conseqüente diminuição dos custos.

A mesma interpretação vale para o *Fator Foliar 8*, denominado de *Ciclagem de Mg*. Os teores originais de Mg e K, indicam que houve diminuição dos teores de K e Mg, no horizonte  $L_n$ , em relação aos teores determinados nas folhas (ver Tabela 11, pág. 71). Esse comportamento, até esse estágio de decomposição, parece estar associado com a ciclagem interna, antes da queda da serapilheira.

Pela análise dos carregamentos dos *Fatores Foliares 3 e 5*, pode-se observar que os maiores carregamentos recaíram para os elementos Fe e Al e, por esse motivo, chamado de *Fator Foliar Fe e Al* e *Fator  $L_n$  Fe e Al*. O comportamento semelhante desses dois elementos, embora não seja enfatizado pela literatura clássica, assim como se enfatiza o comportamento de Fe e Mn, tem coerência, pela afinidade química entre eles.

Assim como os teores de Fe (MENGEL e KIRKBY, 1987), os teores de Al, também aumentam com a idade das folhas (MEDEIROS e HARIDASAN, 1985). No entanto, conforme demonstrado por esses fatores, esse aumento pode ocorrer, depois que as folhas desprendem-se das árvores, já que o método varimax utilizado neste estudo, implica em correlação praticamente zero entre fatores, já que entre cada fator existe um ângulo de  $90^\circ$  que os separa. Isso pode ser demonstrado na Tabela 23, do Anexo.

Com relação a absorção desses dois elementos, não há nenhuma teoria completamente esclarecida, até o momento, embora se saiba que, teoricamente, o  $Fe^{+2}$  seja absorvido preferencialmente em relação ao  $Fe^{+3}$  (MENGEL e KIRKBY, 1987; MARSCHNER, 1995), sabe-se, também, que essa forma reduzida é pouco encontrada na natureza, levando alguns autores a acreditar que certas plantas conseguem absorver o  $Fe^{+3}$ , na forma quelatada (GRIME e HODGSON, 1968; CHANEY; BROWN e TIFFIN, 1972; TIFFIN, 1972; MARSCHNER; RÖMHELD e KISSEL, 1986; KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 1992; MARSCHNER, 1995).



De acordo com a hipótese apresentada por GRIME e HODGSON (1968), a raiz conteria um mecanismo de ligação, um tanto não seletivo, entre Fe e Al, com o envolvimento de ácidos orgânicos que, como já foi citado, quelatam tanto o Fe como o Al.

Um aspecto que reforça essa teoria é que o Fe e o Al, formam quelatos relativamente estáveis, com os mesmos ácidos orgânicos (POHLMAN e McCOLL, 1988; MARSCHNER, 1993) e apresentam a tendência de serem fortemente retidos por complexos orgânicos (MENGELL e KIRKBY, 1987; POHLMAN e McCOLL, 1988; SENESI; SPOSITO e BRADFORD, 1989). Além disso, o  $\text{Fe}^{+3}$  e o  $\text{Al}^{+3}$  apresentam um tamanho semelhante ( $\text{Fe}^{+3} = 0,64 \text{ \AA}$  e  $\text{Al}^{+3} = 0,51 \text{ \AA}$ ) (TAM; SPOSITO e SENESI, 1991), podendo-se cogitar que o Al aproveitar-se-ia de uma condição criada pela planta, para absorver  $\text{Fe}^{+3}$  na forma quelatada e ser, também, absorvido, levando uma certa vantagem pelo fato de existir, na natureza, proporcionalmente, mais Al que Fe (MENGEL e KIRKBY, 1987).

Dessa maneira, a colineariedade existente entre Al e Fe, nas folhas e no horizonte orgânico  $L_n$ , indicaria um ciclo fechado desses dois elementos, desde sua absorção.

Esse comportamento, aparentemente semelhante, do Al e Fe, independente de estar ligado, ou não, à sua absorção, pode vir de encontro às observações feitas principalmente em regiões temperadas, com respeito à lixiviação desses metais e à formação do solo (BLOOMFIELD<sup>7</sup>, 1955, citado por MARTIN e REEVE, 1958, p. 89; POHLMAN e McCOLL, 1988; TAM; SPOSITO e SENESI, 1991).

Nessas condições o Fe e o Al formariam compostos organo-metálicos, principalmente quelatos, que devido ao baixo pH e baixa atividade microbiana, seriam depositados em horizontes subsuperficiais dando origem a Podzóis. No entanto, as condições climáticas e microbiológicas atuais, do nosso país não favorecem esse tipo de lixiviação.

O comportamento independente de Fe e Al no horizonte orgânico  $L_n$  e nas folhas maduras, pode ser devido ao fato de que com o aumento da humificação do material, aumenta-se as constantes de estabilidade dos íons metálicos, para formar complexos com substâncias húmicas, (STEVENSON, 1982). Isso deve-se ao fato de que, com o aumento da decomposição, eleva-se o pH (TAM; SPOSITO e SENESI, 1991; KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 1992) e com isso, a ionização dos grupos funcionais, especialmente COOH (STEVENSON, 1982).

---

<sup>7</sup> BLOOMFIELD, D.C. *J. Sci. Food Agric.*, v, 6, p. 641, 1955

Pelas considerações feitas acima, com o prosseguimento da decomposição pode ocorrer a elevação do pH e, com isso, um aumento da complexação de Fe e Al. E quanto mais o metal é complexado, menor a sua insolubilidade em água (SCHNITZER e SKINNER, 1963), explicando, dessa maneira, o aumento dos dois metais com o aumento da decomposição e sua independência dos teores determinados nas folhas.

Com base na discussão desse fator é possível admitir que num trabalho específico e com variáveis controláveis, com a análise dos teores de Fe, seria possível obter os teores de Al, por meio de regressão, tanto nas folhas da copa, como no horizonte orgânico  $L_n$ .

Pela análise do *Fator foliar 6*, denominado de *Ciclagem de Ca*, pode-se observar que ele é composto pelos teores de Ca nas folhas e no horizonte orgânico  $L_n$ , assim como os Fatores 2 e 8 (*Ciclagem de K* e *Ciclagem de Mg*). Isso poderia indicar que, devido à colinearidade demonstrada por esse fator, a concentração de Ca nas folhas continuaria afetando os teores de Ca, nesse horizonte orgânico, talvez pelo fato dele formar compostos estruturais com a matéria orgânica (DUCHAUFOR, 1976; GOLLEY, et al., 1978; BLAIR, 1988) e dessa maneira ainda não ter sofrido nenhuma influência da ação de microrganismos.

O *Fator Foliar 7*, chamado de *B e C*, pode ser interpretado como uma relação direta entre os teores de B e C determinados nas folhas. O papel do B, no metabolismo da planta, é o menos entendido de todos os nutrientes da planta (GUPTA, 1979; MENGEL e KIRKBY, 1987), sendo somente necessário às plantas superiores e suas funções não são conhecidas no reino animal (BELVER, et al., 1988).

O B é importante no metabolismo de açúcares (DUGGER, 1973; BINKLEY, 1986; MENGEL e KIRKBY, 1987; MARSCHNER, 1995). A sucrose é a mais importante forma de transporte de açúcar e a mais importante forma em que o Carbono é translocado, dentro da planta (DUGGER, 1973; MENGEL e KIRKBY, 1987). Entretanto, MARSCHNER (1995) discorda dessa proposta, pois alega que a sucrose, sendo um açúcar transportado preferencialmente no floema, forma complexos fracos com B. Entretanto, mesmo que o efeito do B no metabolismo de açúcares seja secundário, a união desses dois elementos, demonstra que eles estão associados, já que existe colineariedade entre eles.

A influência do *Fator foliar 9*, denominado de *C  $L_n$* , poderia indicar que os teores de C no horizonte orgânico  $L_n$  não são dependentes dos teores determinados nas folhas. Embora, tenha-se demonstrado no item 5.2.2, que os teores de C nas folhas e teores de C no horizonte orgânico  $L_n$ , tenham variado muito pouco, a falta de colineariedade desse elemento neste fator,

pode ser devido que a influência do B determinado nas folhas (*Fator Foliar 7*), com o C nas folhas apresente maior associação, do que o C nas folhas e o C no horizonte orgânico  $L_n$ . Esse fato reforça a importância do *Fator Foliar 7*.

No *Fator foliar 4*, denominado de Ciclagem de Mn, ressalta-se a colineariedade entre os teores de Mn determinados nas folhas e no horizonte orgânico  $L_n$ , da mesma forma que nos *Fatores foliares 2, 6 e 8*. Em todos esses fatores, não seria necessário analisar esses elementos, nas folhas ou no horizonte orgânico  $L_n$ . No entanto, somente um estudo controlado, numa mesma classe de solo e local, poderia fornecer dados consistentes, para essa extrapolação.

De uma maneira geral, os resultados das análises, desse item, demonstraram que com a análise de fatores pode-se fazer suposições mais dirigidas, sem divagação (já que entre fatores a correlação é praticamente nula) sobre o comportamento dos elementos químicos determinados nas folhas e nos horizontes orgânicos.

Embora no presente estudo existam muitas variáveis não controláveis, um estudo específico (fisiológico, bioquímico), com respeito ao comportamento dos elementos químicos pode trazer, conclusões mais consistentes. Consideram-se importantes os resultados obtidos quanto ao comportamento do Fe e Al, C e B, e N, P, Zn e Cu, na compreensão do processo de ciclagem e das funções desses elementos para o crescimento do *E. grandis* e para um melhor entendimento do ecossistema.

#### 5.2.4 UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE DE REGRESSÃO E ANÁLISE DE FATORES, NA AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DO *E. grandis*

De posse das 22 novas variáveis, foram feitas seis regressões para as classes de solos AQ, LV,  $LE^1$ ,  $LE^2$ ,  $C_d$  e PV.

Devido ao fato de algumas das análises químicas das folhas não terem sido efetuadas, perdeu-se 14 observações, nas classes de solo AQ (restando 38 das 47 iniciais) e no  $LE^1$  (restando 7 das 12 iniciais). Os resultados das seis equações de regressão, encontram-se na Tabela 18.

Conforme foi comentado no item 5.2.3.1, como variável dependente será utilizado o *Fator Madeira*. Como variáveis independentes foram consideradas as 20 novas variáveis criadas a partir do *Grupo Foliar* e *Grupo Solo*.

Devido a fato de que a análise de fatores teve que ser realizada para todos os solos conjuntamente, para diminuir o número de variáveis e, dessa maneira, poder fazer uma análise por classe de solo, o princípio do método de não colineariedade entre fatores, como pode ser visto na Tabela 23 do Anexo, perdeu o seu efeito. Dessa maneira, nas Tabelas 24 a 29, do Anexo, estão demonstradas as matrizes de correlação entre os fatores para cada classe de solo. À medida que surgirem correlações entre as variáveis discutidas na análise de regressão, elas serão ressaltadas.

No modelo matemático 1, desenvolvido para a AQ, pode-se observar que, o *Fator Foliar C L<sub>n</sub>* está influenciando, negativamente, no crescimento e o *Fator Foliar Ciclagem de K* e o *Fator Solo Areia Fina*, positivamente. Quanto a influência negativa *Fator Foliar C L<sub>n</sub>*, pode ser devido ao fato de que a decomposição da serapilheira esteja sendo inadequada e dessa maneira, a ciclagem de nutrientes seja interrompida. O que comprova que a ciclagem é importante é o efeito positivo do *Fator Foliar Ciclagem de K*.

Quanto ao *Fator Solo Areia Fina*, pode-se observar na Tabela 24, do Anexo, que houve correlação inversa entre ele e os Fatores: *Solo Carga* ( $r = -0,77$ ), *Foliar Ciclagem de Ca* ( $r = -0,61$ ) e *Solo pH 5-30* ( $r = -0,42$ ). A influência inversa desses fatores, com o *Fator Solo Areia Fina*, poderia significar que, nessa classe de solo, o principal problema seja mais relacionado com a textura do solo, do que do ponto de vista nutricional.

TABELA 18 - REGRESSÕES ENTRE O FATOR MADEIRA (VARIÁVEL DEPENDENTE) E OS FATORES CRIADOS A PARTIR DO *GRUPO SOLO* E *GRUPO FOLIAR* (VARIÁVEIS INDEPENDENTES)

Regressão 1 = AQ (n = 38)	B	p	Características da Regressão
Intercepto	-0,572879	0,000026	R = 0,755
Fator SOLO 1 Areia fina	0,262776	0,002380	R <sup>2</sup> = 0,570
Fator FOLIAR 9 C L <sub>n</sub>	-0,315575	0,001861	Erro padrão=0,52955
Fator FOLIAR 2 Ciclagem de K	0,431984	0,008561	
Regressão 2 = LV (n = 27)	B	p	Características da Regressão
Intercepto	-0,328163	0,012039	R = 0,858
Fator SOLO 1 Areia fina	-0,269263	0,001609	R <sup>2</sup> = 0,737
Fator FOLIAR 3 Fe e Al L <sub>n</sub>	-0,605970	0,000341	Erro padrão=0,50232
Fator FOLIAR 7 C e B	0,26872	0,041133	

continua

conclusão

TABELA 18 - REGRESSÕES ENTRE O FATOR MADEIRA (VARIÁVEL DEPENDENTE) E OS FATORES CRIADOS A PARTIR DO *GRUPO SOLO* E *GRUPO FOLIAR* (VARIÁVEIS INDEPENDENTES)

Regressão 3 = LE <sup>1</sup> (n = 07)	B	p	Características da Regressão
Intercepto	-0,67683	0,131453	R = 0,6884
Fator SOLO 2 Bases 5-30	-1,87248	0,087243	R <sup>2</sup> = 0,4739
			Erro padrão=0,50988
Regressão 4 = LE <sup>2</sup> (n = 18)	B	p	Características da Regressão
Intercepto	0,617554	0,000001	R = 0,531
Fator FOLIAR 6 Ciclagem de Ca	0,365553	0,003625	R <sup>2</sup> = 0,282
			Erro padrão=0,50365
Regressão 5 = C <sub>d</sub> (n = 25)	B	p	Características da Regressão
Intercepto	1,208828	0,000000	R = 0,779
Fator SOLO 6 K 10-30	-0,239509	0,000454	R <sup>2</sup> = 0,607
Fator FOLIAR 7 C e B	0,410834	0,000615	Erro Padrão=0,49444
Fator SOLO 2 Bases 5-30	-0,180359	0,004568	
Regressão 6 = PV (n = 12)	B	p	Características da Regressão
Intercepto	1,144561	0,0041183	R = 0,639
Fator FOLIAR 6 Ciclagem de Ca	1,265091	0,025168	R <sup>2</sup> = 0,409
			Erro padrão=0,80426

No segundo modelo desenvolvido para o LV, no entanto, o *Fator Solo Areia Fina* apresenta um comportamento inverso ao crescimento. Como se pode observar na Tabela 25, do Anexo, esse fator correlacionou-se negativamente com o *Fator Foliar Ciclagem de K* ( $r = -0,52$ ) e positivamente com o *Fator Foliar Fe e Al L<sub>n</sub>* ( $r = 0,42$ ) e este Fator correlacionou-se negativamente com o *Fator Solo Bases 5-30* ( $r = -0,76$ ). Como a influência do *Fator Foliar Fe e Al L<sub>n</sub>*, em relação ao crescimento, também, é negativa, a correlação positiva entre o *Fator Foliar Fe e Al L<sub>n</sub>* e o *Fator Solo Areia Fina*, é coerente.

A influência negativa do *Fator Foliar Fe e Al L<sub>n</sub>* poderia indicar que o acúmulo desses elementos, nesse horizonte orgânico, seria reflexo dos altos teores desses elementos nesse solo, levando a uma baixa absorção e disponibilidade de bases (devido a sua correlação inversa com o *Fator Solo Bases 5-30*) para o crescimento do *E. grandis*.

No entanto é difícil explicar a influência de um fator quando este se correlaciona com os demais, mesmo quando as correlações são baixas e não signifiquem, necessariamente, causa

e efeito. Isso demonstra a importância de se realizar a análise de fatores separadamente por classe de solo.

O único fator que está influenciando, positivamente, o crescimento no LV, é o *Fator Foliar C e B*. Se esse fator pudesse ser interpretado como carboidratos, seria bastante coerente que com o aumento de carboidratos, aumente o crescimento da planta.

Nos modelos 3 e 4, desenvolvidos para o LE<sup>1</sup> e LE<sup>2</sup>, respectivamente, observa-se que houve, influência positiva do *Fator Foliar Ciclagem de Ca* no crescimento do Eucalipto. Como esse elemento acumulou no horizonte orgânico, em relação aos teores das folhas (teores originais), ao contrário do que foi discutido para o LV, em relação a K, a influência positiva da *Ciclagem de Ca*, ou seja, o acúmulo de Ca no horizonte orgânico L<sub>n</sub>, poderia significar que esse elemento não esteja limitando o crescimento do Eucalipto, talvez por existir Ca, suficiente, no solo para suprir as necessidades da planta.

No modelo 5, desenvolvido para o C<sub>d</sub>, o crescimento foi influenciado negativamente pelos fatores *Solo K 10-30* e *Solo Bases 5-30*. Isso comprova que, nem sempre o aumento de elementos químicos influencia, positivamente, o crescimento. Conforme foi discutido no item 5.2.1, sobre o caráter epiálico do horizonte superficial de todos os solos estudados, seria de se esperar que o aumento das bases melhorasse o crescimento, porém pode ser que a acidez ou baixa saturação de bases não seja o fator limitante para o crescimento do *E. grandis*, nessa classe de solo.

Um estudo específico, nessa classe de solo, com um maior número de pontos amostrados, poderia ser necessário, para explicar esse comportamento.

O *Fator C e B* influenciou, positivamente, o crescimento, nessa classe de solo. Se esse fator pudesse ser interpretado como carboidratos, poder-se-ia supor que seu aumento favorecesse o crescimento da planta.

Analisando a Tabela 28, do Anexo, observa-se, também, que o *Fator C e B* correlacionou-se positivamente com o *Fator Ciclagem de Mg* ( $r=0,68$ ). A maneira pela qual a ciclagem de Mg poderia estar influenciando, no aumento de carboidratos, também, precisaria ser melhor estudada. Entretanto, sabe-se que a falta de Mg inibe a fixação de CO<sub>2</sub>, e é importante como ativador de enzimas importantes nas reações de síntese de compostos orgânicos (carboidratos, lipídios e proteínas) (MALAVOLTA, 1979).

Dessa maneira, mesmo que o *Fator C e B* não possa representar satisfatoriamente a importância dos carboidratos no crescimento do *E. grandis*, a correlação entre C, B e Mg

demonstra que não só fatores externos relativos aos teores de elementos químicos e textura do solo são importantes para o crescimento. Entretanto, o entendimento de como esses fatores afetam o metabolismo da planta pode ser fundamental.

No modelo 6 desenvolvido para o PV observa-se que da mesma maneira que para o C<sub>d</sub>, o fator *Solo Bases 5-30*, influenciou negativamente o crescimento do *E. grandis*.

Pela análise dos modelos matemáticos, pode-se constatar que, mesmo nas classes onde pelo Teste *t*, o crescimento foi considerado, estatisticamente, igual, como é o caso de AQ, LV e LE<sup>1</sup> e, LE<sup>2</sup>, C<sub>d</sub> e PV, pode-se observar que os fatores que influenciam o crescimento em cada classe é distinto.

## 6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram as seguintes conclusões:

- 1 - o crescimento do *E. grandis* foi melhor em Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa e muito argilosa, Podzólico Vermelho-Amarelo, textura média/argilosa e argilosa/muito argilosa, Cambissolo e Cambissolo Podzólico, textura média e argilosa;
- 2 - a amostragem do solo até a profundidade de 10 cm caracterizou melhor a fertilidade do solo, a ciclagem de nutrientes e a avaliação da produtividade de *E. grandis*;
- 3 - a comparação entre os teores de nutrientes nas folhas e nos horizontes orgânicos  $L_n$  e  $L_v$  demonstrou que os teores de P e K foram rapidamente liberados até este estágio de decomposição;
- 4 - a análise de fatores é um método alternativo na avaliação nutricional de *E. grandis*;
- 5 - a análise de fatores permitiu reduzir em 77% o número de variáveis;
- 6 - o fator C e B afetou positivamente o crescimento de *E. grandis*; no Latossolo Vermelho-Amarelo e no Cambissolo e Cambissolo Podzólico;
- 7 - o crescimento de *E. grandis* sobre Areia Quartzosa dependeu diretamente do fator areia fina e do fator ciclagem de K.



## **ANEXOS**

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	DADOS REFERENTES A ALTIMETRIA DOS LOCAIS DE AMOSTRAGEM .....	101
TABELA 2 -	BALANÇO HÍDRICO MENSAL, SEGUNDO THORNTHWAITE; MATHER (1955) (300 mm), DOS MUNICÍPIOS ONDE FORAM FEITAS AS COLETAS .....	102
TABELA 3 -	CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS NOS LOCAIS DE COLETA .....	106
TABELA 4 -	COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 3, DO ITEM 5.2.1 .....	109
TABELA 5 -	TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% DE N, K <sup>+</sup> , P, C, Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> , Na <sup>+</sup> , Al <sup>+3</sup> e H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS, NOS PLANTIOS DE <i>E. grandis</i> .....	109
TABELA 6 -	pH, SB, CTC EFETIVA, CTC <sub>pH7</sub> , m% E V% MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS, NOS PLANTIOS DE <i>E. grandis</i> .....	112
TABELA 7 -	TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% DA RELAÇÃO Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> /K <sup>+</sup> e RELAÇÃO C/N NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS, NOS PLANTIOS DE <i>E. grandis</i> .....	115
TABELA 8 -	TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS EM DIFERENTES PROFUNDIDADES E POR CLASSE DE SOLO, NOS PLANTIOS DE <i>E. grandis</i> .....	116
TABELA 9 -	COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 5, DO ITEM 5.2.1 .....	118
TABELA 10 -	COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 5, DO ITEM 5.2.1 .....	118
TABELA 11 -	COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 6, DO ITEM 5.2.1 .....	120
TABELA 12 -	TESTE <i>t</i> POR MÉDIAS PAREADAS REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 7, DO ITEM 5.2.1 .....	121
TABELA 13 -	COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 8, DO ITEM 5.2.1 .....	121
TABELA 14 -	COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 8, DO ITEM 5.2.1 .....	122
TABELA 15 -	TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% DE N, P, K, Ca, Mg, C, Fe, Mn, Cu, Zn, B E Al NAS FOLHAS DE <i>E. grandis</i> , POR CLASSE DE SOLO E MÉDIA GERAL .....	123

TABELA 16 -	COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DAS TABELAS 9 e 10, DO ITEM 5.2.2 .....	124
TABELA 17 -	DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE Ca, Mg, N, K E P EM FOLHAS DE <i>E. grandis</i> , COM TRÊS ANOS DE IDADE POR CLASSE DE SOLO E GERAL .....	124
TABELA 18 -	DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE Fe, Mn, Cu, Zn, B e Al EM FOLHAS DE <i>E. grandis</i> , COM TRÊS ANOS DE IDADE .....	126
TABELA 19 -	TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% DE N, P, K, Ca, Mg, C, Fe, Mn, Cu, Zn, B E Al NO HORIZONTE ORGÂNICO L <sub>n</sub> DE <i>E. grandis</i> , POR CLASSE DE SOLO E MÉDIA GERAL .....	127
TABELA 20 -	COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DAS TABELAS 11 e 12, DO ITEM 5.2.2 .....	128
TABELA 21 -	TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% PARA N, P, K, Ca, Mg, C, Fe, Mn, Cu, Zn, B E Al NO HORIZONTE ORGÂNICO L <sub>v</sub> DE <i>E. grandis</i> , POR CLASSE DE SOLO E MÉDIA GERAL .....	129
TABELA 22 -	COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DAS TABELAS 13 e 14, DO ITEM 5.2.2 .....	130
TABELA 23 -	MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS 22 FATORES CRIADOS PARA O MODELO GERAL (n=137) .....	131
TABELA 24 -	MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS 22 FATORES CRIADOS PARA A AQ (n=38) .....	132
TABELA 25 -	MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS 22 FATORES CRIADOS PARA O LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO (n=27) .....	133
TABELA 26 -	MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS 22 FATORES CRIADOS PARA LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO, TEXTURA MÉDIA (n=07) ..	134
TABELA 27 -	MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS 22 FATORES CRIADOS PARA LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO, TEXTURA ARGILOSA (n=18) .....	135
TABELA 28 -	MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS 22 FATORES CRIADOS PARA CAMBISSOLO (n=25) .....	136
TABELA 29 -	MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS 22 FATORES CRIADOS PARA PODZÓLICO (n=12) .....	137

TABELA 1 - DADOS REFERENTES A ALTIMETRIA DOS LOCAIS DE AMOSTRA-GEM

Cidade	R.A.	Gleba/ Horto	talhão	Latitude S	Longitude W	Altitude (m)
Biritiba Mirim	1	G. 5 A	34a	23° 37'	46° 00'	850
	1	G. 1 C	5	23° 39'	46° 02'	900
São Luiz do Paraitinga	3	Gleba 13 A	10, 20	23° 09'	45° 16'	820
São José dos Campos	3	G. 25 B	9, 10, 11	22° 59'	46° 00'	879
	3	G. 25 E	1, 2	23° 01'	45° 59'	685
Paraibuna	3	G. 9 B	27	23° 31'	45° 39'	1000
São Miguel Arcanjo	4	G. 12 A	5, 5a, 5b, 6a, 21a	23° 51'	47° 46'	715
Pilar do Sul	4	G. 16 A	9	23° 54'	47° 46'	750
Itapetininga	4	G. 19 A	18, 19, 31, 33	23° 33'	48° 15'	610
	4	G 11A	17	23° 32'	47° 51'	610
Angatuba	4	G. 15 A	86	23° 17'	48° 28'	649
		G. 15 E	6, 7, 8	23° 17'	48° 31'	600
Itatinga	4	G. 15 D	22, 23	23° 15'	48° 36'	665
Itararé	4	G. 17 C	11a 11b	24° 10'	49° 13'	873
Mogi Guaçu	5	Horto Nossa Sra. Aparecida	1, 2 17	22° 06' 13"	47° 03' 36"	600
			42	22° 07' 33"	47° 03' 57"	680
				22° 08' 28"	47° 03' 43"	703
Itapira	5	Faz. Sta. Inês	4	22° 23' 47"	46° 44' 35"	660
		Faz. Calunga	6	22° 27' 49"	46° 52' 31"	692
Pedreira	5	F. Ingatuba	11	22° 45' 41"	46° 53' 40"	685
			12	22° 46' 37"	46° 53' 31"	700
	5	F. Roseira	1	22° 47' 13"	46° 54' 21"	650
			3	22° 47' 37"	46° 54' 26"	745
Brotas	5	Horto Sta Fé B	145	22° 11' 03"	48° 07' 40"	730
			154	22° 11' 39"	48° 08' 20"	700
			157, 159	22° 12' 23"	48° 08' 13"	730
			166	22° 10' 44"	48° 09' 53"	680
			168	22° 11' 36"	48° 09' 25"	680
Altinópolis	6	Horto Águas Virtuosas II, III	26, 124, 126, 135, 140, 141	21° 09' 20"	47° 27' 49"	666
				21° 09' 45"	47° 30' 42"	620
Sta. Rosa de Viterbo	6	Horto Santa Cristina	133, 188,	21° 34' 18"	47° 27' 49"	782
			205, 210,	21° 35' 51"	47° 23' 04"	772
			212	21° 34' 56"	47° 23' 51"	755
São Simão	6	Gleba 21 C	2	21° 31'	47° 33'	760

FONTE: Empresas Champion e Suzano Papel e Celulose

TABELA 2 - BALANÇO HÍDRICO MENSAL EM mm, SEGUNDO THORNTHTWAITE; MATHER (1955) (300 mm), NOS LOCAIS ONDE FORAM FEITAS AS COLETAS

São Miguel Arcanjo 24° 00' S período 1975-1986												
Mês	Temp (° C)	EP/nc	CORR	EP	P <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> - EP	NAC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
jan	22,0	3,1	35,1	109	206	97	0	300	0	109	0	97
fev	22,0	3,1	30,3	94	198	104	0	300	0	94	0	104
mar	21,3	3,0	31,5	95	148	53	0	300	0	95	0	53
abr	19,4	2,5	28,8	72	72	0	0	300	0	72	0	0
mai	16,7	1,8	28,2	51	58	7	0	300	0	51	0	7
jun	15,2	1,5	26,7	40	58	18	0	300	0	40	0	18
jul	14,7	1,4	27,9	39	50	11	0	300	0	39	0	11
ago	16,0	1,7	29,4	50	42	-08	-8	292	-8	50	0	0
set	17,4	2,0	30,0	60	82	22	0	300	8	60	0	14
out	18,8	2,4	32,7	78	133	55	0	300	0	78	0	55
nov	20,3	2,8	33,3	93	101	8	0	300	0	93	0	8
dez	21,4	3,0	35,1	105	160	55	0	300	0	105	0	55
ANO	18,8			886	1308	422				886		422
Sarapuí 23° 39' S período 1975-1986												
Mês	Temp (° C)	EP/nc	CORR	EP	P <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> - EP	NAC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
jan	22,8	3,7	34,8	129	190	61	0	300	0	129	0	61
fev	22,8	3,7	30,3	112	157	45	0	300	0	112	0	45
mar	22,1	3,1	31,5	98	126	28	0	300	0	98	0	28
abr	20,0	2,5	28,8	72	47	-25	-25	276	-24	71	1	0
mai	17,5	1,9	28,5	54	60	6	-18	282	6	54	0	0
jun	16,0	1,6	26,7	43	51	8	-10	290	8	43	0	0
jul	15,6	1,5	27,9	42	37	-5	-15	285	-5	42	0	0
ago	16,9	1,8	29,4	53	40	-13	-28	273	-12	52	1	0
set	18,4	2,2	30,0	66	58	-8	36	266	-7	65	1	0
out	19,8	2,5	32,7	82	123	41	0	300	34	82	0	7
nov	21,2	2,8	33,0	92	80	-12	-12	288	-12	92	0	0
dez	22,2	3,1	35,1	109	143	34	0	300	12	109	0	22
ANO	19,6			952	1112	160				949	3	163
Angatuba 23° 27' S período 1975-1986												
Mês	Temp (° C)	EP/nc	CORR	EP	P <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> - EP	NAC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
jan	22,9	3,6	34,8	125	186	61	0	300	0	125	0	61
fev	22,9	3,6	30,3	109	175	66	0	300	0	109	0	66
mar	22,3	3,1	31,5	98	155	57	0	300	0	98	0	57
abr	20,5	2,7	28,8	78	68	-10	-10	290	-10	78	0	0
mai	17,7	1,9	28,5	54	71	17	0	300	10	54	0	7
jun	16,2	1,6	26,7	43	62	19	0	300	0	43	0	19
jul	15,9	1,6	27,9	45	47	2	0	300	0	45	0	2
ago	17,2	1,8	29,4	53	40	-13	-13	287	-13	53	0	0
set	18,7	2,2	30,0	66	71	5	8	292	5	66	0	0
out	20,1	2,4	32,7	78	125	47	0	300	8	78	0	39
nov	21,4	2,9	33,0	96	122	26	0	300	0	96	0	26
dez	22,4	3,5	35,1	123	163	40	0	300	0	123	0	40
ANO	19,8			968	1285	317	968					317

continua

continuação

TABELA 2 - BALANÇO HÍDRICO MENSAL EM mm, SEGUNDO THORNTHTWAITE; MATHER (1955) (300 mm), NOS LOCAIS ONDE FORAM FEITAS AS COLETAS

São José dos Campos 23° S 13' período 1975-1986												
Mês	Temp (° C)	EP/nc	CORR	EP	P <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> - EP	NAC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
jan	22,9	3,6	34,8	125	221	96	0	300	0	125	0	96
fev	22,9	3,6	30,3	109	199	90	0	300	0	109	0	90
mar	22,3	3,5	31,5	110	156	46	0	300	0	110	0	46
abr	20,5	2,7	28,8	78	63	-15	-15	285	-15	78	0	0
mai	17,8	2,0	28,5	57	49	-08	-23	278	-07	56	1	0
jun	16,3	1,7	26,7	45	39	-06	-29	272	-06	45	0	0
jul	16,0	1,6	27,9	45	26	-19	-48	255	-17	43	2	0
ago	17,3	1,9	29,4	56	35	-21	-69	238	-17	52	4	0
set	18,9	2,3	30,0	69	57	-12	-81	228	-10	67	2	0
out	20,2	2,4	32,7	78	118	40	34	268	40	78	0	0
nov	21,5	2,9	33,0	96	126	30	2	298	30	96	0	0
dez	22,4	3,5	35,1	123	187	64	0	300	2	123	0	62
ANO	19,9			991	1276	285				982	9	294
Itapetininga 23° 42' S período 1975-1986												
Mês	Temp (° C)	EP/nc	CORR	EP	P <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> - EP	NAC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
jan	22,4	3,6	35,1	126	202	76	0	300	0	126	0	76
fev	22,5	3,6	30,3	109	153	44	0	300	0	109	0	44
mar	21,8	3,1	31,5	98	123	25	0	300	0	98	0	25
abr	19,9	2,5	28,8	72	60	-12	-12	288	-12	72	0	0
mai	17,3	1,9	28,2	54	39	-15	-27	274	-14	53	1	0
jun	15,8	1,6	26,7	43	41	-2	-29	272	-02	43	0	0
jul	15,4	1,5	27,9	42	20	-22	-51	253	-19	39	3	0
ago	16,7	1,7	29,4	50	42	-8	-59	246	-07	49	1	0
set	18,2	2,1	30,0	63	69	6	52	252	6	63	0	0
out	19,6	2,4	32,7	78	135	57	0	300	48	78	0	9
nov	20,9	2,8	33,3	93	92	-1	-01	299	-01	93	0	0
dez	21,8	3,1	35,1	109	152	43	0	300	1	109	0	42
ANO	19,3			937	1128	191				932	5	196
Itatinga 23° 15' S período 1975-1986												
Mês	Temp (° C)	EP/nc	CORR	EP	P <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> - EP	NAC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
jan	25	4,0	34,8	139	225	86	0	300	0	139	0	86
fev	25	4,0	30,3	121	235	114	0	300	0	121	0	114
mar	24	3,8	31,5	120	156	36	0	300	0	120	0	36
abr	22	2,9	28,8	84	100	16	0	300	0	84	0	16
mai	20	2,2	28,5	63	81	18	0	300	0	63	0	18
jun	17	1,5	26,7	40	48	8	0	300	0	40	0	8
jul	17	1,5	27,9	42	73	31	0	300	0	42	0	31
ago	18	1,8	29,4	53	38	-15	-15	285	-15	53	0	0
set	21	2,6	30,0	78	95	17	0	300	15	78	0	2
out	22	2,9	32,7	95	117	22	0	300	0	95	0	22
nov	24	3,8	33,0	125	116	-09	-9	291	-09	125	0	0
dez	24	3,8	35,1	133	184	51	0	300	9	133	0	42
ANO	21,6			1093	1468	375				1093		375

continua

continuação

TABELA 2 - BALANÇO HÍDRICO MENSAL EM mm, SEGUNDO THORNTHWAITE; MATHER (1955) (300 mm), NOS LOCAIS ONDE FORAM FEITAS AS COLETAS

Itararé 24° 07' S período 1975-1986												
Mês	Temp (° C)	EP/nc	CORR	EP	P <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> - EP	NAC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
jan	22,4	3,6	35,1	126	208	82	0	300	0	126	0	82
fev	22,4	3,6	30,3	109	148	39	0	300	0	109	0	39
mar	21,7	3,0	31,5	95	123	28	0	300	0	95	0	28
abr	19,7	2,5	28,8	72	73	1	0	300	0	72	0	1
mai	17,0	1,9	28,2	54	84	30	0	300	0	54	0	30
jun	15,4	1,6	26,7	43	85	42	0	300	0	43	0	42
jul	14,9	1,5	27,9	42	60	18	0	300	0	42	0	18
ago	16,2	1,7	29,4	50	67	17	0	300	0	50	0	17
set	17,6	2,0	30,0	60	95	35	0	300	0	60	0	35
out	19,0	2,4	32,7	78	151	73	0	300	0	78	0	73
nov	20,6	2,8	33,3	93	119	26	0	300	0	93	0	26
dez	21,7	3,0	35,1	105	188	83	0	300	0	105	0	83
ANO	19,0			927	1401	474				927		474
Paraibuna 45° 44' S período 1975-1986												
Mês	Temp (° C)	EP/nc	CORR	EP	P <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> - EP	NAC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
jan	22,1	3,1	34,8	108	183	75	0	300	0	108	0	75
fev	22,1	3,1	30,3	94	167	73	0	300	0	94	0	73
mar	21,4	3,0	31,5	95	147	52	0	300	0	95	0	52
abri	19,6	2,5	28,8	72	106	34	0	300	0	72	0	34
mai	16,9	1,9	28,5	54	76	22	0	300	0	54	0	22
jun	15,5	1,6	26,7	43	58	15	0	300	0	43	0	15
jul	15,1	1,5	27,9	42	42	0	0	300	0	42	0	0
ago	16,4	1,8	29,4	53	53	0	0	300	0	53	0	0
set	18,0	2,1	30,0	63	83	20	0	300	0	63	0	20
out	19,2	2,4	32,7	78	81	3	0	300	0	78	0	3
nov	20,5	2,8	33,0	92	143	51	0	300	0	92	0	51
dez	21,5	3,0	35,1	105	193	88	0	300	0	105	0	88
ANO	19,0			899	1332	433				899		433
Altinópolis 21° 09' S período 1983-1993												
Mês	Temp (° C)	EP/nc	CORR	EP	P <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> - EP	NAC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
jan	25,0	3,8	34,5	131	268	137	0	300	0	131	0	137
fev	26,0	4,3	30,0	129	128	-01	- 01	299	-1	129	0	0
mar	25,0	3,8	31,5	120	149	29	0	300	1	120	0	28
abr	23,0	3,2	29,1	93	91	-02	- 02	298	-2	93	0	0
mai	21,0	2,4	28,6	69	44	-25	- 27	274	-24	68	1	0
jun	19,0	1,8	27,3	49	29	-20	- 47	256	-18	47	2	0
jul	18,7	1,8	28,2	51	22	-29	- 76	232	-24	46	5	0
ago	20,3	2,3	29,7	68	29	-39	-115	204	-28	57	11	0
set	22,8	3,2	30,0	96	76	-20	-135	191	-13	89	7	0
out	25,3	4,0	32,4	130	158	28	93	219	28	130	0	0
nov	24,1	3,4	32,7	111	179	68	13	287	68	111	0	0
dez	24,5	3,6	34,5	124	283	159	0	300	13	124	0	146
ANO	22,9			1171	1456	285				1145	26	311

continua

continuação

TABELA 2 - BALANÇO HÍDRICO MENSAL EM mm, SEGUNDO THORNTHWAITE; MATHER (1955) (300 mm), NOS LOCAIS ONDE FORAM FEITAS AS COLETAS

Brotas 22° 10' S período 1983-1993												
Mês	Temp (° C)	EP/nc	CORR	EP	P <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> - EP	NAC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
jan	23,0	3,6	34,5	124	264	140	0	300	0	124	0	140
fev	23,4	3,8	30,0	114	192	78	0	300	0	114	0	78
mar	22,8	3,6	31,5	113	173	60	0	300	0	113	0	60
abr	21,6	2,8	29,1	81	118	37	0	300	0	81	0	37
mai	19,1	2,1	28,5	60	82	22	0	300	0	60	0	22
jun	17,7	1,7	27,0	46	53	7	0	300	0	46	0	7
jul	17,9	1,9	28,2	54	24	-30	-30	271	-29	53	1	0
ago	19,1	2,1	29,4	62	23	-39	-69	238	-33	56	6	0
set	20,0	2,3	30,0	69	75	6	61	244	6	69	0	0
out	22,5	3,4	32,7	111	123	12	47	256	12	111	0	0
nov	23,0	3,6	33,0	119	161	42	2	298	42	119	0	0
dez	22,4	3,4	34,8	118	223	105	0	300	2	118	0	103
ANO	21,0			1071	1511	440				1064	7	447
Sta. Rosa de Viterbo 21° 34' S período 1983-1993												
Mês	Temp (° C)	EP/nc	CORR	EP	P <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> - EP	NAC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
jan	24,7	3,7	34,5	128	272	144	0	300	0	128	0	144
fev	24,5	3,7	30,0	111	306	195	0	300	0	111	0	195
mar	24,5	3,7	31,5	117	230	113	0	300	0	117	0	113
abr	23,3	3,4	29,1	99	127	28	0	300	0	99	0	28
mai	20,1	2,1	28,5	60	87	27	0	300	0	60	0	27
jun	17,8	1,7	27,0	46	25	-21	-21	279	-21	46	0	0
jul	17,8	1,7	28,2	48	28	-20	-41	261	-18	46	2	0
ago	20,3	2,1	29,4	62	37	-25	-66	240	-21	58	4	0
set	21,8	2,8	30,0	84	74	-10	-76	232	-08	82	2	0
out	23,6	3,4	32,7	111	153	42	27	274	42	111	0	0
nov	24,5	4,1	33,0	135	175	40	0	300	26	135	0	14
dez	24,6	3,7	34,8	129	257	128	0	300	0	129	0	128
ANO	22,3			1130	1771	641				1122	8	649
São Simão 21° 31' S período 1975-1986												
Mês	Temp (° C)	EP/nc	CORR	EP	P <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> - EP	NAC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
jan	22,6	3,5	34,5	121	288	167	0	300	0	121	0	167
fev	22,6	3,5	30,0	105	178	73	0	300	0	105	0	73
mar	22,2	3,0	31,5	95	201	106	0	300	0	95	0	106
abr	20,7	2,6	29,1	76	89	13	0	300	0	76	0	13
mai	18,3	2,1	28,5	60	59	- 1	-1	299	-1	60	0	0
jun	17,0	1,7	27,0	46	12	-34	-35	267	-32	44	2	0
jul	16,9	1,7	28,2	48	34	-14	-49	254	-13	47	1	0
ago	18,3	2,1	29,4	62	35	-27	-76	232	-22	57	5	0
set	20,4	2,6	30,0	78	76	- 2	-78	231	- 1	77	1	0
out	21,3	2,9	32,7	95	103	8	68	239	8	95	0	0
nov	22,0	3,0	33,0	99	151	52	9	291	52	99	0	0
dez	22,3	3,5	34,8	122	212	90	0	300	9	122	0	81
ANO				1007	1438	431				998	9	440

continua



conclusão

TABELA 2 - BALANÇO HÍDRICO MENSAL EM mm, SEGUNDO THORNTHWAITE; MATHER (1955) (300 mm), NOS LOCAIS ONDE FORAM FEITAS AS COLETAS

Mogi Guaçu 22° 07' S período 1983-1993												
Mês	Temp (° C)	EP/nc	CORR	EP	P <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> - EP	NAC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
jan	23,6	3,8	34,5	131	206	75	0	300	0	131	0	75
fev	23,6	3,8	30,0	114	156	42	0	300	0	114	0	42
mar	22,9	3,6	31,5	113	169	56	0	300	0	113	0	56
abr	21,0	2,7	29,1	79	88	9	0	300	0	79	0	9
mai	18,0	2,0	28,5	57	61	4	0	300	0	57	0	4
jun	16,0	1,5	27,0	41	46	5	0	300	0	41	0	5
jul	16,0	1,5	28,2	42	26	-16	-16	284	-16	42	0	0
ago	17,2	1,7	29,4	50	28	-22	-20	264	-20	48	2	0
set	18,4	2,1	30,0	63	69	6	6	270	6	63	0	0
out	21,8	3,0	32,7	98	111	13	13	283	13	98	0	0
nov	22,9	3,6	33,0	119	138	19	17	300	17	119	0	2
dez	20,4	2,6	34,8	90	237	147	0	300	0	90	0	147
ANO	20,1			997	1335	338				995	2	340

FONTE DOS DADOS BRUTOS: A Empresa Suzano cedeu os dados de temperatura e precipitação, referentes aos períodos de 1975-86 e a Empresa Champion, dados de 1983-93.

NOTA: Dados elaborados por Ruth M. B. de Quadros com o auxílio do Prof. Dr. Albino Ramos

TABELA 3 - CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS NOS LOCAIS DE COLETA

LOCAL	TALHÃO	PARC.	DESCRIÇÃO DA CLASSE DE SOLO
HAVIII	124	1	Areia Quartzosa Álica A moderado relevo suave ondulado Fase Savana Arbórea Aberta
		2 e 3	Latossolo Vermelho-Escuro Álico A proeminente textura média relevo suave ondulado Fase Savana Arbórea Aberta
		1 e 3	Areia Quartzosa Álica A moderado relevo suave ondulado Fase Savana Arbórea Aberta
	126	1 e 3	Areia Quartzosa Álica A moderado relevo suave ondulado Fase Savana Arbórea Aberta
	135	2 e 3	Savana Arbórea Aberta
	140	1	
	141	1, 2 e 3	
	126	2	Latossolo Vermelho-Escuro Álico A proeminente textura média relevo suave ondulado Fase Savana Arbórea Aberta
	135	1	
	140	2 e 3	
HAVI	26	1	Latossolo Vermelho-Escuro Álico A moderado relevo suave ondulado Fase Savana Arbórea Aberta
		2	Areia Quartzosa Álica A moderado relevo suave ondulado Fase Savana Arbórea Aberta
HSC	133	1, 2 e 3	Areia Quartzosa Álica A fraco relevo plano Fase Savana Arbórea Aberta
	188	1, 2 e 3	Areia Quartzosa Álica A moderado relevo plano Fase Savana Arbórea Aberta
	212	1	Areia Quartzosa Álica A moderado relevo suave ondulado Fase Savana Arbórea Aberta

continua

continuação

TABELA 3 - CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS NOS LOCAIS DE COLETA

LOCAL	TALHÃO	PARC.	DESCRIÇÃO DA CLASSE DE SOLO
HSC	212	2 e 3	Areia Quartzosa Álica A fraco relevo suave ondulado Fase Savana
	210	1 e 2	Arbórea Aberta
	205	2	
	210	3	Areia Quartzosa Álica A moderado relevo suave ondulado Fase
	205	1 e 3	Savana Arbórea Aberta
HSta. Fé B	145	única	Areia Quartzosa Álica A moderado relevo suave ondulado
	154, 157	1 e 2	
	159, 166	1, 2 e 3	
	168	1, 2 e 3	
HNSA	42	1, 2 e 3	Latossolo Vermelho-Amarelo Álico A moderado textura média relevo suave ondulado Fase contato Savana/Floresta Ombrófila
	17	1, 2 e 3	
	1	1, 2 e 3	Latossolo Vermelho-Escuro Álico A moderado textura média relevo suave ondulado Fase contato Savana/Floresta Ombrófila
	2	1 e 2	
G 21C	2	1	Latossolo Vermelho-Amarelo Álico A moderado textura média relevo suave ondulado Fase Savana Arbórea Aberta
		2 e 3	Areia Quartzosa Álica A moderado relevo suave ondulado Fase Savana Arbórea Aberta
G 15A	86	1, 2 e 3	Latossolo Vermelho-Amarelo Álico A moderado textura média relevo suave ondulado Fase Savana Arbórea Aberta
	6 e 7	1, 2 e 3	Latossolo Vermelho-Amarelo Álico A moderado textura média relevo plano a suave ondulado Fase Savana Arbórea Aberta
	8	1 e 2	
G 15D	22 e 23	1, 2 e 3	Areia Quartzosa Álica A moderado relevo plano a suave ondulado Fase Savana Arbórea Aberta
G17C	11a e 11b	1, 2 e 3	Latossolo Vermelho-Amarelo Álico A proeminente textura média relevo suave ondulado Fase Contato Savana/Floresta Ombrófila
G19B	31	1 e 2	Latossolo Vermelho-Escuro Álico A proeminente textura muito argilosa relevo suave ondulado Fase Contato Savana/Floresta Ombrófila
	33	1	
G 19B	31	3	Latossolo Vermelho-Escuro Álico A proeminente textura argilosa relevo suave ondulado Fase Contato Savana/Floresta Ombrófila
	33	2	
	18	1, 2 e 3	Latossolo Vermelho-Escuro Álico A proeminente textura muito argilosa relevo plano Fase Contato Savana/Floresta Ombrófila
	19	1 e 2	
G11A	17	1	Latossolo Vermelho-Amarelo Álico A moderado textura média relevo suave ondulado Fase Contato Savana/Floresta Ombrófila
G16A	9	1 e 2	Cambissolo Álico A proeminente textura argilosa relevo suave ondulado substrato siltito Fase Contato Savana/Floresta Ombrófila
		3	Cambissolo Álico A proeminente textura muito argilosa relevo suave ondulado substrato siltito Fase Contato Savana/Floresta Ombrófila
G13A	10	1 e 3	Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico A proeminente textura argilosa/muito argilosa relevo forte ondulado Fase Floresta Ombrófila Densa
	20	2	
	10	2	Podzólico Vermelho-Amarelo Álico A proeminente. textura argilosa/muito argilosa relevo forte ondulado Fase Floresta Ombrófila Densa
G 9B	27	1, 2 e 3	

continua

conclusão

TABELA 3 - CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS NOS LOCAIS DE COLETA

LOCAL	TALHÃO	PARC.	DESCRIÇÃO DA CLASSE DE SOLO
G1C	5	1, 2 e 3	Podzólico Vermelho-Amarelo Álico A proeminente. textura média/argilosa relevo forte ondulado Fase Floresta Ombrófila Densa
G5 A	34a	1 e 2	Cambissolo Podzólico Álico A proeminente textura argilosa relevo forte ondulado substrato gnaiss Fase Floresta Ombrófila Densa
G25E	1	1	Cambissolo Distrófico A proeminente relevo forte ondulado textura média substrato xisto Fase Floresta Ombrófila Densa
G 25E	1	2	Cambissolo Álico A proeminente textura argilosa relevo forte ondulado substrato xisto Fase Floresta Ombrófila Densa
		3	Cambissolo Álico A proeminente textura média relevo forte ondulado substrato xisto Fase Floresta Ombrófila Densa
		2	Cambissolo Álico A proeminente textura média relevo forte ondulado substrato xisto Fase Floresta Ombrófila Densa
G25E	2	2	Cambissolo Álico A proeminente textura argilosa relevo forte ondulado substrato xisto Fase Floresta Ombrófila Densa
G 25B	9	1 e 2	Cambissolo Álico A proeminente textura argilosa relevo forte ondulado substrato xisto Fase Floresta Ombrófila Densa
	10	1, 2 e 3	
	11	1, 2 e 3	
F. Sta. Inês	4	1 e 3	Cambissolo Distrófico A moderado textura média relevo forte ondulado substrato migmatito Fase Floresta Ombrófila Densa
		2	Cambissolo Eutrófico A moderado textura média relevo forte ondulado substrato migmatito Fase Floresta Ombrófila Densa
F. Calunga	6	1 e 2	Latossolo Vermelho-Escuro Álico A proeminente textura argilosa relevo suave ondulado Fase Contato Savana/Floresta Ombrófila
		3	Latossolo Vermelho-Escuro Álico A proeminente textura muito argilosa relevo suave ondulado Fase Contato Savana/Floresta Ombrófila
F. Roseira	1	única	Cambissolo Eutrófico A moderado textura argilosa relevo forte ondulado substrato migmatito Fase Floresta Ombrófila Densa
F. Roseira	3	única	Cambissolo Eutrófico A moderado textura média relevo forte ondulado substrato migmatito Fase Floresta Ombrófila Densa
F. Ingatuba	11	única	
F. Ingatuba	12	única	Cambissolo Eutrófico A moderado textura média relevo forte ondulado substrato migmatito Fase Floresta Ombrófila Densa
G12A	5	1, 2 , 3, 4 e 5	Latossolo Vermelho-Escuro Álico A proeminente textura muito argilosa relevo suave ondulado Fase Contato Savana/Floresta Ombrófila
	5a, 5b	1 e 2	
	6a e 21a	1, 2 e 3	

FONTE: A classificação de solos foi obtida através de Pesquisa de Campo e análise em laboratório. A classificação da vegetação foi obtida através do mapa do BRASIL (1983), Escala 1:500.000

TABELA 4 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE *t* REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 3, DO ITEM 5.2.1

SOLO	HDOM	VOL	CAP	Altura de Copa	Ø de copa
AQ e LV	*	*	n.s.	n.s.	*
AQ e LE <sup>1</sup>	*	*	n.s.	n.s.	n.s.
AQ e LE <sup>2</sup>	*	*	*	n.s.	*
AQ e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	n.s.
AQ e PV	*	*	*	n.s.	n.s.
LV e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LV e LE <sup>2</sup>	*	*	*	n.s.	n.s.
LV e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*
LV e PV	*	*	*	*	n.s.
LE <sup>1</sup> e LE <sup>2</sup>	*	*	n.s.	*	n.s.
LE <sup>1</sup> e C <sub>d</sub>	*	*	*	n.s.	n.s.
LE <sup>1</sup> e PV	*	*	*	n.s.	n.s.
LE <sup>2</sup> e C <sub>d</sub>	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
LE <sup>2</sup> e PV	n.s.	n.s.	*	*	n.s.
C <sub>d</sub> e PV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e AQ	*	*	*	n.s.	*
geral e LV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
geral e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e LE <sup>2</sup>	*	*	n.s.	n.s.	*
geral e C <sub>d</sub>	*	*	*	n.s.	n.s.
geral e PV	*	*	*	*	n.s.

n.s. = diferença não significativa

\* (p &lt; 0,05)

TABELA 5 - TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV % DE N, K<sup>+</sup>, P, C, Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, Al<sup>+3</sup> e H<sup>+</sup> + Al<sup>+3</sup> NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS, NOS PLANTIOS DE *E. grandis*

PROF	N (g/100 g) AQ				N (g/100 g) LV				N (g/100 g) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	0,066	0,145	0,020	47,3	0,089	0,242	0,037	56,1	0,0819	0,1175	0,057	24,1
5 - 10	0,057	0,266	0,010	76,4	0,068	0,154	0,017	60,3	0,0851	0,1810	0,059	37,2
10 - 20	0,051	0,213	0,008	77,3	0,061	0,145	0,015	69,6	0,0559	0,0816	0,042	20,4
20 - 30	0,040	0,154	0,007	77,8	0,048	0,117	0,013	71,4	0,0441	0,0798	0,016	35,3

PROF	N (g/100 g) LE <sup>2</sup>				N (g/100 g) C <sub>d</sub>				N (g/100 g) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	0,205	0,439	0,092	37,7	0,268	0,387	0,056	32,2	0,340	0,402	0,263	15,0
5 - 10	0,151	0,274	0,071	24,6	0,200	0,307	0,048	33,9	0,272	0,355	0,194	19,9
10 - 20	0,133	0,186	0,036	27,2	0,172	0,307	0,043	37,9	0,228	0,303	0,137	22,5
20 - 30	0,112	0,186	0,027	31,9	0,132	0,227	0,038	37,5	0,184	0,272	0,141	21,9

PROF	C (g/100 g) AQ				C (g/100 g) LV				C (g/100 g) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	1,1	2,5	0,3	49,4	1,9	5,2	0,7	59,3	1,6	4,6	0,9	59,7
5 - 10	1,1	3,5	0,3	64,2	1,2	3,0	0,2	52,3	1,4	1,7	1,0	18,6
10 - 20	1,0	6,0	0,3	98,0	1,2	2,5	0,4	54,8	0,9	1,4	0,1	40,7
20 - 30	0,8	3,4	0,2	87,6	0,9	2,3	0,3	58,5	0,8	1,1	0,3	25,2

continua

continuação

TABELA 5 - TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV % DE N, K<sup>+</sup>, P, C, Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, Al<sup>+3</sup> e H<sup>+</sup> + Al<sup>+3</sup> NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS, NOS PLANTIOS DE *E. grandis*.

PROF	C (g/100 g) LE <sup>2</sup>				C (g/100 g) C <sub>d</sub>				C (g/100 g) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	3,6	9,5	1,2	49,9	3,5	6,4	0,7	39,3	3,4	6,0	1,4	34,7
5 - 10	2,6	3,8	0,9	25,8	2,5	5,6	1,0	44,0	2,5	4,6	1,7	36,7
10 - 20	2,3	4,1	0,7	39,5	1,9	3,5	0,4	44,5	2,4	4,1	1,1	37,5
20 - 30	2,1	4,2	0,6	43,6	1,5	2,9	0,3	47,5	2,0	3,2	1,1	33,8

PROF	K <sup>+</sup> (μg/g) AQ				K <sup>+</sup> (μg/g) LV				K <sup>+</sup> (μg/g) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	13	36	5	48,0	23	77	7	69,6	24	68	12	63,5
5 - 10	9	21	3	42,1	11	36	4	60,1	15	22	12	17,1
10 - 20	8	27	1	53,2	12	28	5	45,5	12	16	8	21,2
20 - 30	7	33	1	68,4	8	14	2	36,7	12	28	6	56,9

PROF	K <sup>+</sup> (μg/g) LE <sup>2</sup>				K <sup>+</sup> (μg/g) C <sub>d</sub>				K <sup>+</sup> (μg/g) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	40	96	15	55,1	60	120	22	46,4	46	95	22	43,2
5 - 10	20	35	9	34,6	41	98	11	57,4	29	54	14	34,5
10 - 20	19	62	4	59,8	27	82	4	71,3	21	36	16	27,3
20 - 30	15	43	5	63,8	23	79	4	79,4	16	29	11	33,3

PROF	P (μg/g) AQ				P (μg/g) LV				P (μg/g) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	10	60	0,1	121,8	24	138	2,0	153,8	21	74	3	92,1
5 - 10	7	44	0,5	123,3	13	142	0,3	240,9	13	32	2	74,5
10 - 20	5	22	0,2	110,1	6	66	0,1	234,5	8	30	1	113,0
20 - 30	5	67	n.d.	213,1	2	22	0,1	193,7	4	23	0,5	146,8

PROF	P (μg/g) LE <sup>2</sup>				P (μg/g) C <sub>d</sub>				P (μg/g) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	3	12	0,9	71,5	4	8	2,0	38,9	3	7	0,7	46,9
5 - 10	2	32	0,4	236,7	3	16	0,9	109,7	2	4	n.d.	67,6
10 - 20	3	32	0,0	201,3	2	10	0,6	100,0	1	4	n.d.	96,8
20 - 30	1	4	0,0	79,4	1	9	n.d.	161,2	1	4	n.d.	102,0

PROF	Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> (cmol <sub>e</sub> /kg) AQ				Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> (cmol <sub>e</sub> /kg) LV				Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> (cmol <sub>e</sub> /kg) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	0,7	4,6	0,3	98,7	1,0	5,3	0,2	125,9	0,3	0,5	0,2	31,6
5 - 10	0,4	2,7	0,1	108,2	0,3	2,6	0,2	138,3	0,3	0,8	0,1	21,2
10 - 20	0,3	0,6	0,2	31,01	0,2	0,8	0,1	48,7	0,2	0,4	0,1	41,4
20 - 30	0,3	0,5	0,2	32,23	0,2	0,6	0,1	35,5	0,2	0,4	0,1	38,5

continua

continuação

TABELA 5 - TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV % DE N, K<sup>+</sup>, P, C, Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, Al<sup>+3</sup> e H<sup>+</sup> + Al<sup>+3</sup> NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS, NOS PLANTIOS DE *E. grandis*

PROF	Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> (cmol./kg) LE <sup>2</sup>				Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> (cmol./kg) C <sub>d</sub>				Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> (cmol./kg) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	2,4	17,6	0,2	163,8	1,7	5,7	0,2	105,2	1,3	4,5	0,4	100,4
5 - 10	0,9	4,3	0,2	123,7	1,1	7,0	0,2	149,0	0,7	2,9	0,3	114,2
10 - 20	0,7	5,6	0,2	147,9	0,9	6,0	0,1	156,9	0,5	1,4	0,2	78,2
20 - 30	0,6	7,8	0,2	217,8	1,0	6,3	0,2	159,3	0,6	1,9	0,2	112,1

PROF	Na <sup>+</sup> (μg/g) AQ				Na <sup>+</sup> (μg/g) LV				Na <sup>+</sup> (μg/g) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	2	6	n.d.*	66,2	5	21	n.d.	88,1	4	7	2	36,7
5 - 10	1	4	n.d.	78,7	2	4	n.d.	76,3	3	6	1	41,1
10 - 20	1	4	n.d.	84,8	1	4	n.d.	83,2	2	4	1	48,2
20 - 30	1	3	n.d.	83,4	1	2	n.d.	78,8	2	4	1	46,9

PROF	Na <sup>+</sup> (μg/g) LE <sup>2</sup>				Na <sup>+</sup> (μg/g) C <sub>d</sub>				Na <sup>+</sup> (μg/g) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	11	47	2	89,2	6	15	2	46,0	9	19	4	69,3
5 - 10	5	13	1	63,0	3	7	1	45,8	5	12	1	82,2
10 - 20	4	10	1	66,2	3	7	n.d.	54,4	3	6	1	65,1
20 - 30	3	7	1	57,5	2	4	n.d.	49,3	2	4	n.d.	73,8

PROF	Al <sup>+3</sup> (cmol./kg) AQ				Al <sup>+3</sup> (cmol./kg) LV				Al <sup>+3</sup> (cmol./kg) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	0,91	1,45	0,05	35,89	1,32	4,60	0,05	78,39	0,94	1,40	0,40	32,7
5 - 10	0,96	1,45	0,50	24,61	1,01	1,70	0,50	37,00	0,97	1,60	0,50	28,8
10 - 20	0,89	1,8	0,45	30,45	0,91	1,75	0,55	34,92	0,79	1,00	0,50	17,8
20 - 30	0,73	1,2	0,40	29,39	0,87	1,75	0,55	36,75	0,71	1,00	0,50	21,6

PROF	Al <sup>+3</sup> (cmol./kg) LE <sup>2</sup>				Al <sup>+3</sup> (cmol./kg) C <sub>d</sub>				Al <sup>+3</sup> (cmol./kg) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	2,43	5,35	0,01	56,3	2,51	4,85	0,20	60,59	2,92	5,35	0,60	52,95
5 - 10	2,21	3,75	1,15	31,2	2,22	4,05	0,10	52,88	2,47	3,65	1,55	30,09
10 - 20	2,21	3,65	1,05	26,0	2,06	4,00	0,10	52,25	1,98	2,90	1,30	23,97
20 - 30	1,90	3,40	0,55	29,7	1,62	3,30	0,10	62,15	1,59	2,10	1,05	22,72

PROF	H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> (cmol./kg) AQ				H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> (cmol./kg) LV				H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> (cmol./kg) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	3,4	6,4	1,8	33,0	5,9	31,3	1,6	100,6	4,3	5,8	2,5	20,4
5 - 10	3,4	7,6	1,6	30,4	3,8	8,4	1,6	51,1	4,4	7,5	2,6	27,5
10 - 20	2,9	5,8	1,4	29,7	3,4	8,0	1,6	52,2	3,6	4,2	2,2	15,4
20 - 30	2,3	3,3	1,1	24,6	3,1	7,2	1,5	54,1	3,1	4,2	2,1	19,1

continua

conclusão

TABELA 5 - TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV % DE N, K<sup>+</sup>, P, C, Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, Al<sup>+3</sup> e H<sup>+</sup> + Al<sup>+3</sup> NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS, NOS PLANTIOS DE *E. grandis*

PROF	H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> (cmol/kg) LE <sup>2</sup>				H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> (cmol/kg) C <sub>d</sub>				H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> (cmol/kg) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	11,5	22,8	2,0	50,1	9,8	21,6	2,8	57,4	10,1	18,5	5,0	45,5
5 - 10	10,0	15,0	4,0	25,1	8,2	14,2	2,6	48,9	8,4	12,8	4,0	35,0
10 - 20	9,8	14,2	3,1	28,3	6,8	12,1	2,5	50,0	6,7	10,4	3,6	29,1
20 - 30	9,5	18,5	3,1	29,1	5,7	11,5	1,9	54,0	5,5	8,4	3,1	27,5

PROF	N (g/100 g) Média				C (g/100 g) Média				K <sup>+</sup> (µg/g) Média			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	0,152	0,439	0,020	72,6	2,3	9,5	0,3	42,8	31	120	5	78,3
5 - 10	0,119	0,355	0,010	72,1	1,8	5,6	0,2	57,4	19	98	3	83,5
10 - 20	0,102	0,307	0,008	72,3	1,5	6,0	0,1	66,5	15	82	1	78,4
20 - 30	0,082	0,272	0,007	72,9	1,3	4,2	0,2	68,4	12	79	1	89,3

PROF	P (µg/g) Média				Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> (cmol/kg) Média				Na <sup>+</sup> (µg/g) Média			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	11	138	0,1	181,2	1,2	17,6	0,1	164,5	6	47	n.d.	108,7
5 - 10	7	142	n.d.	223,0	0,6	6,9	0,1	150,0	3	13	n.d.	89,8
10 - 20	4	66	n.d.	184,9	0,5	6,0	0,1	163,7	2	10	n.d.	87,6
20 - 30	3	67	n.d.	234,5	0,5	7,8	0,1	199,7	1	7	n.d.	79,4

PROF	Al <sup>+3</sup> (cmol/kg) Média				H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> (cmol/kg) Média			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	1,69	5,35	0,01	77,16	7,0	31,3	1,6	78,1
5 - 10	1,53	4,05	0,1	58,71	6,0	15,0	1,6	60,3
10 - 20	1,41	4,00	0,1	58,70	5,3	14,2	1,4	63,4
20 - 30	1,18	3,40	0,1	59,66	4,7	18,5	1,1	69,9

\* n.d. = não detectado pelo aparelho de medição

TABELA 6 - pH, S.B., CTC EFETIVA, CTC<sub>pH7</sub>, m% E V% MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS NOS PLANTIOS DE *E. grandis*

PROF	pH (CaCl <sub>2</sub> ) AQ				pH (CaCl <sub>2</sub> ) LV				pH (CaCl <sub>2</sub> ) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	3,97	5,16	3,36	8,4	4,06	5,85	2,96	14,7	4,03	4,44	3,78	4,7
5 - 10	3,93	4,23	3,55	3,6	4,09	4,38	3,89	3,2	4,03	4,30	3,77	3,6
10 - 20	3,98	4,29	3,40	4,7	4,12	4,37	3,92	2,6	4,10	4,28	3,97	2,1
20 - 30	4,10	4,38	3,79	3,2	4,15	4,28	3,97	2,5	4,12	4,23	3,95	2,4

continua

continuação

TABELA 6 - pH, S.B., CTC EFETIVA, CTC<sub>pH7</sub>, m% E V% MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS NOS PLANTIOS DE *E. grandis*

PROF	pH (CaCl <sub>2</sub> ) LE <sup>2</sup>				pH (CaCl <sub>2</sub> ) C <sub>d</sub>				pH (CaCl <sub>2</sub> ) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	4,29	6,35	3,64	15,0	4,07	4,86	3,51	10,5	3,80	4,25	3,48	6,6
5 - 10	4,27	4,85	3,89	5,7	4,16	5,09	3,82	6,8	3,97	4,16	3,81	2,6
10 - 20	4,26	4,53	3,85	4,0	4,24	5,05	4,01	5,8	4,09	4,26	3,78	3,3
20 - 30	4,27	4,55	3,78	4,4	4,34	5,23	4,01	6,7	4,19	4,39	3,88	3,4

PROF	SB (cmol./kg) AQ				SB (cmol./kg) LV				SB (cmol./kg) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	0,79	4,70	0,33	93,8	1,03	5,56	0,18	117,9	0,41	0,60	0,24	25,6
5 - 10	0,46	2,73	0,13	102,0	0,38	2,71	0,17	126,4	0,38	0,90	0,21	50,2
10 - 20	0,31	0,62	0,17	30,6	0,28	0,79	0,17	42,8	0,27	0,40	0,13	34,1
20 - 30	0,28	0,60	0,17	33,0	0,25	0,58	0,12	32,5	0,26	0,40	0,13	34,2

PROF	SB (cmol./kg) LE <sup>2</sup>				SB (cmol./kg) C <sub>d</sub>				SB (cmol./kg) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	2,54	18,0	0,31	155,6	1,88	5,87	0,28	97,2	1,41	4,77	0,51	91,7
5 - 10	0,98	4,4	0,25	114,8	1,19	7,14	0,26	135,2	0,78	2,95	0,37	97,8
10 - 20	0,78	5,8	0,21	138,9	0,97	6,10	0,12	144,3	0,58	1,41	0,28	69,1
20 - 30	0,70	7,9	0,22	204,5	1,06	6,35	0,16	150,4	0,63	1,93	0,22	104,3

PROF	CTC <sub>pH7</sub> (cmol./kg) AQ				CTC <sub>pH7</sub> (cmol./kg) LV				CTC <sub>pH7</sub> (cmol./kg) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	4,16	7,41	2,19	28,0	6,95	31,84	2,14	83,7	4,68	6,41	2,90	19,4
5 - 10	3,84	8,00	1,86	29,8	4,14	8,71	1,86	47,2	4,80	8,15	2,82	27,2
10 - 20	3,25	6,12	1,60	27,5	3,71	8,33	1,87	48,5	3,87	4,39	2,39	15,1
20 - 30	2,59	3,70	1,37	23,2	3,38	7,49	1,77	50,1	3,42	4,49	2,35	19,2

PROF	CTC <sub>pH7</sub> (cmol./kg) LE <sup>2</sup>				CTC <sub>pH7</sub> (cmol./kg) C <sub>d</sub>				CTC <sub>pH7</sub> (cmol./kg) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	14,03	24,73	3,82	37,6	11,64	22,44	5,07	40,7	11,52	19,07	5,61	34,7
5 - 10	11,01	15,92	4,41	24,3	9,37	14,71	3,57	38,9	9,21	13,25	4,82	28,1
10 - 20	10,58	17,27	3,46	28,4	7,79	12,52	2,91	39,5	7,31	10,78	4,64	23,6
20 - 30	10,23	19,29	3,45	31,0	6,73	11,99	2,55	41,6	6,14	8,70	4,25	22,4

PROF	CTC efetiva (cmol./kg) AQ				CTC efetiva (cmol./kg) LV				CTC efetiva (cmol./kg) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	1,70	0,98	0,61	4,7	2,35	1,23	0,79	5,6	1,36	2,01	0,80	25,5
5 - 10	1,41	0,76	0,56	4,0	1,39	0,73	0,63	3,8	1,36	2,25	0,72	30,8
10 - 20	1,20	0,70	0,30	2,1	1,19	0,80	0,37	2,0	1,05	1,30	0,69	20,1
20 - 30	1,02	0,60	0,26	1,8	1,12	0,72	0,35	2,0	0,98	1,19	0,68	18,8

continua



continuação

TABELA 6 - pH, S.B., CTC EFETIVA, CTC<sub>pH7</sub>, m% E V% MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS NOS PLANTIOS DE *E. grandis*

PROF	CTC efetiva (cmol <sub>e</sub> /kg) LE <sup>2</sup>				CTC efetiva (cmol <sub>e</sub> /kg) C <sub>d</sub>				CTC efetiva (cmol <sub>e</sub> /kg) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	4,98	17,98	2,19	64,5	4,39	2,03	1,22	6,16	4,32	2,94	0,99	5,92
5 - 10	3,19	7,07	1,96	36,7	3,40	1,57	0,77	8,49	3,25	2,23	0,82	4,85
10 - 20	2,99	8,27	1,41	39,4	3,03	1,25	1,01	6,80	2,57	1,65	0,53	3,30
20 - 30	2,60	10,16	1,18	60,9	2,69	1,45	0,60	6,71	2,21	1,33	0,74	3,73

PROF	m% AQ				m% LV				m% LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	58	78	1	33,5	60	89	2	47,5	68	80	50	14,3
5 - 10	71	86	29	17,7	75	87	29	15,7	72	83	55	5,3
10 - 20	73	86	53	9,9	76	86	57	8,8	75	83	67	6,6
20 - 30	72	84	57	9,4	77	89	67	7,6	73	85	60	9,8

PROF	m% LE <sup>2</sup>				m% C <sub>d</sub>				m% PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	62.	92.	0,1	45,3	60	92	3	54,8	66	90	16	42,8
5 - 10	73.	92.	29.	26,2	68	92	5	40,8	77	89	39	21,0
10 - 20	77.	93.	30.	21,9	71	95	5	39,6	78	88	56	15,9
20 - 30	78.	91.	22.	19,4	67	95	4	45,1	75	88	41	22,6

PROF	V% AQ				V% LV				V% LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	19	70	7	70,2	19	70	2	108,4	9	15	6	30,7
5 - 10	11	47	4	74,9	10	45	3	84,1	8	19	5	46,2
10 - 20	10	27	5	37,5	9	22	3	50,5	7	11	3	29,5
20 - 30	11	20	5	29,6	9	18	3	47,5	8	11	4	24,9

PROF	V% LE <sup>2</sup>				V% C <sub>d</sub>				V% PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	17	90	2	132,7	21	68	2	108,3	14	46	3	94,4
5 - 10	9	29	2	92,3	15	64	2	122,0	10	40	3	109,5
10 - 20	7	33	2	116,1	14	66	1	131,5	9	23	3	85,6
20 - 30	6	45	2	136,3	17	74	1	133,7	11	36	3	105,6

PROF	pH (CaCl <sub>2</sub> ) Média				SB (cmol <sub>e</sub> /kg) Média				CTC <sub>pH7</sub> (cmol <sub>e</sub> /kg) Média			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	4,05	6,35	2,96	11,7	1,36	17,97	0,18	154,4	8,35	31,84	2,14	67,4
5 - 10	4,07	5,09	3,55	5,6	0,68	7,14	0,13	138,6	6,64	15,91	1,86	56,9
10 - 20	4,12	5,05	3,40	5,0	0,52	6,10	0,12	151,1	5,81	17,27	1,60	60,6
20 - 30	4,19	5,23	3,78	4,6	0,51	7,91	0,12	187,1	5,18	19,29	1,37	66,9

continua

conclusão

TABELA 6 - pH, S.B., CTC EFETIVA, CTC<sub>pH7</sub>, m% E V% MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS NOS PLANTIOS DE *E. grandis*

PROF	CTC efetiva (cmol <sub>e</sub> /kg)				m%				V%			
	Média				Média				Média			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	3,05	2,14	0,79	18,0	61	92	0,05	41,8	18	90	2	101,0
5 - 10	2,21	1,32	0,72	8,5	72	92	4,9	23,6	11	63	2	98,3
10 - 20	1,93	1,16	0,69	8,3	75	95	4,9	19,7	10	66	1	95,4
20 - 30	1,70	1,21	0,60	10,26	74	95	4,3	21,4	10	74	1	104,7

TABELA 7 - TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% DAS RELAÇÕES Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>/K<sup>+</sup> E C/N NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS, NOS PLANTIOS DE *E. grandis*

PROF	Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> /K <sup>+</sup> (AQ)				Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> /K <sup>+</sup> (LV)				Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> /K <sup>+</sup> (LE <sup>1</sup> )			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	23	113	5	84,1	16	70	3	105,1	7	16	2	31,6
5 - 10	21	105	4	100,1	10	43	1	82,5	8	19	3	57,5
10 - 20	18	77	4	67,5	9	22	1	55,1	8	19	4	55,6
20 - 30	19	77	6	76,9	13	49	5	67,1	9	23	3	69,4

PROF	Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> /K <sup>+</sup> (LE <sup>2</sup> )				Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> /K <sup>+</sup> (C <sub>d</sub> )				Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> /K <sup>+</sup> (PV)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	21	105	8	133,4	10	21	3	66,4	10	38	2	88,2
5 - 10	17	77	3	114,5	14	81	3	166,6	11	39	1	110,2
10 - 20	13	35	3	59,1	9	25	3	78,9	16	139	3	138,8
20 - 30	15	80	4	93,1	14	52	2	107,5	17	117	2	141,8

PROF	C/N (AQ)				C/N (LV)				C/N (LE <sup>1</sup> )			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	18	33	8	31,1	24	82	8	65,4	22	80	14	84,9
5 - 10	23	77	6	23,3	27	136	5	98,4	17	23	9	21,5
10 - 20	22	79	8	54,0	26	96	9	70,2	16	23	2	36,7
20 - 30	21	79	6	53,0	24	45	8	47,5	19	38	11	37,0

PROF	C/N (LE <sup>2</sup> )				C/N (C <sub>d</sub> )				C/N (PV)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	17	26	10	25,1	13	21	9	20,4	10	15	4	29,7
5 - 10	18	32	6	29,7	14	54	5	66,7	10	24	5	54,1
10 - 20	18	38	9	33,0	11	15	6	21,6	11	15	4	29,2
20 - 30	19	49	9	40,6	12	53	6	74,6	11	21	7	34,2

continua

conclusão

TABELA 7 - TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% DAS RELAÇÕES  $\text{Ca}^{+2}$  +  $\text{Mg}^{+2}/\text{K}^{+}$  E C/N NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS, NOS PLANTIOS DE *E. grandis*

PROF	C/N (Média)				Ca+Mg/K (Média)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	17	80	4	51,0	17	113	2	112,5
5 - 10	19	136	5	75,2	16	104	1	112,3
10 - 20	18	96	2	62,9	14	139	1	106,8
20 - 30	19	79	6	55,1	16	117	2	92,6

TABELA 8 - TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS EM DIFERENTES PROFUNDIDADES E POR CLASSE DE SOLO, NOS PLANTIOS DE *E. grandis*

PROF	Argila (g/100 g) AQ				Argila (g/100 g) LV				Argila (g/100 g) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	7	12	2	42,1	16	43	8	42,9	17	26	10	28,0
5 - 10	6	12	1	40,6	16	46	8	51,3	18	25	11	23,7
10 - 20	6	9	1	39,7	16	41	8	45,1	18	24	11	24,1
20 - 30	6	10	1	40,6	17	45	9	50,1	17	24	11	25,1

PROF	Argila (g/100 g) LE <sup>2</sup>				Argila (g/100 g) C <sub>d</sub>				Argila (g/100 g) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	59	77	28	20,9	35	60	16	37,7	29	39	19	19,7
5 - 10	61	78	34	18,8	36	64	16	35,3	28	41	17	24,1
10 - 20	61	77	32	17,6	36	66	19	33,8	29	42	20	22,5
20 - 30	60	76	31	17,2	38	64	19	34,3	32	42	21	21,8

PROF	Silte (g/100 g) AQ				Silte (g/100 g) LV				Silte (g/100 g) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	2	5	0,3	45,5	6	17	1	76,8	8	14	4	41,2
5 - 10	2	5	0,3	50,7	5	17	1	81,2	7	12	3	49,1
10 - 20	2	5	0,3	63,5	5	19	1	84,6	7	18	4	5,6
20 - 30	2	5	0,1	58,0	5	16	1	77,4	8	20	4	6,4

PROF	Silte (g/100 g) LE <sup>2</sup>				Silte (g/100 g) C <sub>d</sub>				Silte (g/100 g) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	20	31	9	35,7	19	34	2	38,3	14	24	8	25,8
5 - 10	19	34	11	36,3	21	36	5	35,8	15	25	9	28,3
10 - 20	20	36	10	33,4	21	36	7	32,9	17	23	12	21,1
20 - 30	21	32	7	35,1	21	31	7	30,8	16	23	9	27,8

continua

conclusão

TABELA 8 - TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS EM DIFERENTES PROFUNDIDADES E POR CLASSE DE SOLO, NOS PLANTIOS DE *E. grandis*

PROF	Areia Grossa (g/100g) AQ				Areia Grossa (g/100 g) LV				Areia Grossa (g/100 g) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	54	88	25	27,0	42	66	16	36,2	42	55	28	24,1
5 - 10	54	88	24	29,3	42	66	16	36,2	43	58	28	23,8
10 - 20	54	88	26	29,0	42	67	20	35,7	42	55	24	22,7
20 - 30	53	87	27	29,8	41	68	16	39,2	41	53	27	21,0

PROF	Areia Grossa (g/100 g) LE <sup>2</sup>				Areia Grossa (g/100 g) C <sub>d</sub>				Areia Grossa (g/100 g) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	9	40	3	110,3	29	71	10	58,6	45	52	39	8,4
5 - 10	8	35	2	110,3	26	60	8	55,1	44	51	35	11,9
10 - 20	7	32	3	115,3	25	57	6	57,2	41	48	36	8,4
20 - 30	7	32	1	111,9	24	60	8	60,3	40	48	34	9,4

PROF	Areia Fina (g/100 g) AQ				Areia Fina (g/100 g) LV				Areia Fina (g/100 g) LE <sup>1</sup>			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	37	68	6	41,8	35	70	11	50,0	33	43	21	23,8
5 - 10	37	71	6	44,1	37	73	13	50,4	33	42	21	20,8
10 - 20	38	70	6	43,5	36	68	12	50,9	33	41	23	19,4
20 - 30	39	68	7	42,1	37	71	11	50,8	33	40	23	18,7

PROF	Areia Fina (g/100 g) LE <sup>2</sup>				Areia Fina (g/100 g) C <sub>d</sub>				Areia Fina (g/100 g) PV			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	12	25	6	41,8	17	25	5	28,5	12	18	7	29,3
5 - 10	12	26	7	44,5	17	25	6	26,6	12	20	3	38,8
10 - 20	12	24	7	42,9	17	23	6	27,1	13	21	6	32,2
20 - 30	12	25	7	41,3	17	25	6	30,9	13	21	7	31,3

PROF	Argila (g/100 g) Média				Silte (g/100 g) Média			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	25	77	2	81,7	10	34	0,3	85,4
5 - 10	26	78	1	83,1	10	36	0,3	89,3
10 - 20	26	77	1	82,0	11	36	0,3	88,7
20 - 30	26	76	1	81,6	11	32	0,1	88,8

PROF	Areia Fina (g/100 g) Média				Areia Grossa (g/100 g) Média			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
0 - 05	26	70	5	61,3	38	88	3	55,4
5 - 10	27	73	3	62,8	37	88	2	57,5
10 - 20	27	70	6	62,3	37	88	3	58,4
20 - 30	27	71	6	63,0	35	87	1	59,6

TABELA 9 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE *t* REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 5, DO ITEM 5.2.1

ELEMENTOS	AQ	LV	LE <sup>1</sup>	LE <sup>2</sup>	PV	C <sub>d</sub>	ELEMENTOS	AQ	LV	LE <sup>1</sup>	LE <sup>2</sup>	PV	C <sub>d</sub>
N 0-5 e N 5-10	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	C 0-5 e C 5-10	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	*
N 0-5 e N 10-20	*	*	*	*	*	*	C 0-5 e C 10-20	n.s.	*	*	*	*	*
N 0-5 e N 20-30	*	*	*	*	*	*	C 0-5 e C 20-30	*	*	*	*	*	*
N 5-10 e N 10-20	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	C 5-10 e C 10-20	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*
N 5-10 e N 20-30	*	n.s.	*	*	*	*	C 5-10 e C 20-30	*	n.s.	*	*	n.s.	*
N 10-20 e N 20-30	n.s.	n.s.	*	*	*	*	C 10-20 e C 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P 0-5 e P 5-10	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	K 0-5 e K 5-10	*	*	n.s.	*	*	*
P 0-5 e P 10-20	*	*	*	n.s.	*	*	K 0-5 e K 10-20	*	*	*	*	*	*
P 0-5 e P 20-30	*	*	*	*	*	*	K 0-5 e K 20-30	*	*	*	*	*	*
P 5-10 e P 10-20	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	K 5-10 e K 10-20	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	*
P 5-10 e P 20-30	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	K 5-10 e K 20-30	*	*	n.s.	*	*	*
P 10-20 e P 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	K 10-20 e K 20-30	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	n.s.
Na 0-5 e Na 5-10	*	*	n.s.	*	n.s.	*	Ca+Mg 0-5 e Ca+Mg 5-10	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Na 0-5 e Na 10-20	*	*	*	*	*	*	Ca+Mg 0-5 e Ca+Mg 10-20	*	*	*	*	n.s.	n.s.
Na 0-5 e Na 20-30	*	*	*	*	*	*	Ca+Mg 0-5 e Ca+Mg 20-30	*	*	*	*	n.s.	n.s.
Na 5-10 e Na 10-20	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	Ca+Mg 5-10 e Ca+Mg 10-20	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Na 5-10 e Na 20-30	n.s.	*	*	*	*	*	Ca+Mg 5-10 e Ca+Mg 20-30	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Na 10-20 e Na 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	Ca+Mg 10-20 e Ca+Mg 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Al 0-5 e Al 5-10	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	H+Al 0-5 e H+Al 5-10	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Al 0-5 e Al 10-20	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	H+Al 0-5 e H+Al 10-20	*	*	*	n.s.	*	*
Al 0-5 e Al 20-30	*	*	*	n.s.	*	*	H+Al 0-5 e H+Al 20-30	*	*	*	n.s.	*	*
Al 5-10 e Al 10-20	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	H+Al 5-10 e H+Al 10-20	*	*	*	n.s.	*	*
Al 5-10 e Al 20-30	*	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	H+Al 5-10 e H+Al 20-30	*	n.s.	*	n.s.	*	*
Al 10-20 e Al 20-30	*	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	H+Al 10-20 e H+Al 20-30	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = diferença não significativa

\* (p &lt; 0,05)

TABELA 10 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE *t* REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 5, DO ITEM 5.2.1

SOLO	Na 0-5	Na 5-10	Na 10-20	Na 20-30	K 0-5	K 5-10	K 10-20	K 20-30	N 0-5	N 5-10	N 10-20	N 20-30
AQ e LV	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
AQ e LE <sup>1</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*	n.s.	*	n.s.	n.s.
AQ e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
AQ e PV	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
AQ e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LV e LE <sup>1</sup>	n.s.	*	*	*	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LV e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LV e PV	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LV e C <sub>d</sub>	n.s.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LE <sup>1</sup> e LE <sup>2</sup>	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	n.s.	*	*	*	*
LE <sup>1</sup> e PV	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	n.s.	*	*	*	*
LE <sup>1</sup> e C <sub>d</sub>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*	*	*	*	*
LE <sup>2</sup> e PV	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	*	*	*
LE <sup>2</sup> e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	*	n.s.	*	*	*	*	n.s.
C <sub>d</sub> e PV	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*
geral e AQ	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
geral e LV	n.s.	*	*	*	n.s.	*	n.s.	*	*	*	*	*
geral e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	*
geral e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	*
geral e PV	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	*	*	*	*
geral e C <sub>d</sub>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*	*	*	*	*

continua

conclusão

TABELA 10 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE  $t$  REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 5 DO ITEM 5.2.1

SOLO	C 0-5	C 5-10	C 10-20	C 20-30	Ca+Mg 0-5	Ca+Mg 5-10	Ca+Mg 10-20	Ca+Mg 20-30	P 0-5	P 5-10	P 10-20	P 20-30
AQ e LV	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.
AQ e LE <sup>1</sup>	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*	n.s.	n.s.
AQ e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	n.s.	*	*	n.s.	n.s.
AQ e PV	*	*	*	*	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	*	n.s.
AQ e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	n.s.
LV e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LV e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	n.s.	*	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
LV e PV	*	*	*	*	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

SOLO	C 0-5	C 5-10	C 10-20	C 20-30	Ca+Mg 0-5	Ca+Mg 5-10	Ca+Mg 10-20	Ca+Mg 20-30	P 0-5	P 5-10	P 10-20	P 20-30
LV e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	n.s.	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.
LE <sup>1</sup> e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	*
LE <sup>1</sup> e PV	*	*	*	*	*	n.s.	*	n.s.	*	*	*	n.s.
LE <sup>1</sup> e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*
LE <sup>2</sup> e PV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LE <sup>2</sup> e C <sub>d</sub>	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C <sub>d</sub> e PV	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e AQ	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e LV	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
geral e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
geral e PV	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e C <sub>d</sub>	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

SOLO	Al <sup>+3</sup> 0-5	Al <sup>+3</sup> 5-10	Al <sup>+3</sup> 10-20	Al <sup>+3</sup> 20-30	H + Al <sup>+3</sup> 0-5	H + Al <sup>+3</sup> 5-10	H + Al <sup>+3</sup> 10-20	H + Al <sup>+3</sup> 20-30
AQ e LV	*	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	*
AQ e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*
AQ e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*
AQ e PV	*	*	*	*	*	*	*	*
AQ e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	*	*	*
LV e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LV e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*
LV e PV	*	*	*	*	*	*	*	*
LV e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	*	*	*
LE <sup>1</sup> e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*
LE <sup>1</sup> e PV	*	*	*	*	*	*	*	*
LE <sup>1</sup> e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	*	*	*
LE <sup>2</sup> e PV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*
LE <sup>2</sup> e C <sub>d</sub>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*
C <sub>d</sub> e PV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e AQ	*	*	*	*	*	*	*	*
geral e LV	n.s.	*	*	*	n.s.	*	*	*
geral e LE <sup>1</sup>	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*
geral e PV	*	*	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.
geral e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	*	*	n.s.

n.s. = diferença não significativa

\* (p &lt; 0,05)

TABELA 11 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE *t* REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 6, DO ITEM 5.2.1

SOLO	pH 0-5	pH 5-10	pH 10-20	pH 20-30	SB 0-5	SB 5-10	SB 10-20	SB 20-30	CTC 0-5	CTC 5-10	CTC 10-20	CTC 20-30
AQ e LV	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
AQ e LE <sup>1</sup>	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
AQ e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
AQ e PV	n.s.	n.s.	*	*	*	n.s.	*	*	*	*	*	*
AQ e C <sub>d</sub>	n.s.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LV e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
LV e LE <sup>2</sup>	n.s.	*	*	*	n.s.	*	*	n.s.	*	*	*	*

SOLO	pH 0-5	pH 5-10	pH 10-20	pH 20-30	SB 0-5	SB 5-10	SB 10-20	SB 20-30	CTC 0-5	CTC 5-10	CTC 10-20	CTC 20-30
LV e PV	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*	*	*
LV e C <sub>d</sub>	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	*	*	*	*	*	*	*
LE <sup>1</sup> e LE <sup>2</sup>	n.s.	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*
LE <sup>1</sup> e PV	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	*	*	*	*
LE <sup>1</sup> e C <sub>d</sub>	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*
LE <sup>2</sup> e PV	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LE <sup>2</sup> e C <sub>d</sub>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C <sub>d</sub> e PV	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e AQ	n.s.	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*
geral e LV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*
geral e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*
geral e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*
geral e PV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.
geral e C <sub>d</sub>	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	*	*	*	*	*	*	*

SOLO	V% 0-5	V% 5-10	V% 10-20	V% 20-30	m% 0-5	m% 5-10	m% 10-20	m% 20-30
AQ e LV	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	*
AQ e LE <sup>1</sup>	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
AQ e LE <sup>2</sup>	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	*
AQ e PV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
AQ e C <sub>d</sub>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LV e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LV e LE <sup>2</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LV e PV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LV e C <sub>d</sub>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LE <sup>1</sup> e LE <sup>2</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LE <sup>1</sup> e PV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LE <sup>1</sup> e C <sub>d</sub>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LE <sup>2</sup> e PV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LE <sup>2</sup> e C <sub>d</sub>	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C <sub>d</sub> e PV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e AQ	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e LV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e LE <sup>2</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e PV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e C <sub>d</sub>	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = diferença não significativa

\* (p &lt; 0,05)

TABELA 12 - TESTE  $t$  POR MÉDIAS PAREADAS REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 7, DO ITEM 5.2.1

SOLO	C/N 0-5	C/N 5-10	C/N 10-20	C/N 20-30	Ca+Mg/K 0-5	Ca+Mg/K 5-10	Ca+Mg/K 10-20	Ca+Mg/K 20-30
AQ e LV	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*
AQ e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*
AQ e LE <sup>2</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
AQ e PV	*	*	*	*	*	n.s.	*	n.s.
AQ e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.
LV e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LV e LE <sup>2</sup>	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LV e PV	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

SOLO	C/N 0-5	C/N 5-10	C/N 10-20	C/N 20-30	Ca+Mg/K 0-5	Ca+Mg/K 5-10	Ca+Mg/K 10-20	Ca+Mg/K 20-30
LV e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LE <sup>1</sup> e LE <sup>2</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
LE <sup>1</sup> e PV	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LE <sup>1</sup> e C <sub>d</sub>	*	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LE <sup>2</sup> e PV	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LE <sup>2</sup> e C <sub>d</sub>	*	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C <sub>d</sub> e PV	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e AQ	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e LV	*	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e LE <sup>2</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e PV	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e C <sub>d</sub>	*	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = diferença não significativa

\* (p &lt; 0,05)

TABELA 13 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE  $t$  REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 8, DO ITEM 5.2.1

ELEMENTOS	AQ	LV	LE <sup>1</sup>	LE <sup>2</sup>	PV	C <sub>d</sub>	ELEMENTOS	AQ	LV	LE <sup>1</sup>	LE <sup>2</sup>	PV	C <sub>d</sub>
argila 0-5 e 5-10	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	areia fina 0-5 e 5-10	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
argila 0-5 e 10-20	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	areia fina 0-5 e 10-20	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
argila 0-5 e 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	areia fina 0-5 e 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
argila 5-10 e 10-20	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	areia fina 5-10 e 10-20	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
argila 5-10 e 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	areia fina 5-10 e 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
argila 10-20 e 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	areia fina 10-20 e 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
silte 0-5 e 5-10	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	areia grossa 0-5 e 5-10	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
silte 0-5 e 10-20	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	areia grossa 0-5 e 10-20	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
silte 0-5 e 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	areia grossa 0-5 e 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
silte 5-10 e 10-20	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	areia grossa 5-10 e 10-20	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
silte 5-10 e 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	areia grossa 5-10 e 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
silte 10-20 e 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	areia grossa 10-20 e 20-30	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = diferença não significativa

\* (p &lt; 0,05)



TABELA 14 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE *t* REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 8, DO ITEM 5.2.1

SOLO	Argila 0-5	Argila 5-10	Argila 10-20	Argila 20-30	Silte 0-5	Silte 5-10	Silte 10-20	Silte 20-30
AQ e LV	*	*	*	*	*	*	*	*
AQ e LE <sup>1</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*
AQ e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*
AQ e PV	*	*	*	*	*	*	*	*
AQ e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	*	*	*
LV e LE <sup>1</sup>	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
LV e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*
LV e PV	*	*	*	*	*	*	*	*
LV e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	*	*	*
LE <sup>1</sup> e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*
LE <sup>1</sup> e PV	*	*	*	*	*	*	*	*

SOLO	Argila 0-5	Argila 5-10	Argila 10-20	Argila 20-30	Silte 0-5	Silte 5-10	Silte 10-20	Silte 20-30
LE <sup>1</sup> e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	*	*	*
LE <sup>2</sup> e PV	*	*	*	*	*	n.s.	n.s.	*
LE <sup>2</sup> e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C <sub>d</sub> e PV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	*
geral e AQ	*	*	*	*	*	*	*	*
geral e LV	*	*	*	*	*	*	*	*
geral e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*
geral e PV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
geral e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	*	*	*

SOLO	Areia Fina 0-5	Areia Fina 5-10	Areia Fina 10-20	Areia Fina 20-30	Areia Grossa 0-5	Areia Grossa 5-10	Areia Grossa 10-20	Areia Grossa 20-30
AQ e LV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*
AQ e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*
AQ e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*
AQ e PV	*	*	*	*	*	*	*	*
AQ e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	*	*	*
LV e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LV e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*
LV e PV	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LV e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	*	*	*
LE <sup>1</sup> e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*
LE <sup>1</sup> e PV	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LE <sup>1</sup> e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	*	*	*
LE <sup>2</sup> e PV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*
LE <sup>2</sup> e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	*	*	*	*
C <sub>d</sub> e PV	*	*	*	*	*	*	*	*
geral e AQ	*	*	*	*	*	*	*	*
geral e LV	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e LE <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e LE <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*
geral e PV	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
geral e C <sub>d</sub>	*	*	*	*	n.s.	*	*	*

n.s. = diferença não significativa

\* (p < 0,05)

TABELA 15 - TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% DE N, P, K, Ca, Mg, C, Fe, Mn, Cu, Zn, B E Al NAS FOLHAS DE *E. grandis*, POR CLASSE DE SOLO E MÉDIA GERAL

SOLO	N (g/100 g)				P (g/100 g)				K (g/100 g)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
AQ	2,27	2,78	1,47	12,5	0,14	0,18	0,09	13,5	0,61	0,79	0,45	13,5
LV	1,94	2,83	1,19	18,0	0,12	0,19	0,08	26,7	0,64	0,99	0,43	24,0
LE <sup>1</sup>	2,35	2,61	2,19	7,6	0,14	0,18	0,12	13,5	0,72	0,84	0,52	16,0
LE <sup>2</sup>	1,87	2,68	1,46	16,7	0,10	0,14	0,05	21,0	0,63	0,90	0,42	20,4
C <sub>d</sub>	2,29	2,90	1,79	13,4	0,14	0,19	0,09	19,6	0,81	1,08	0,47	21,0
PV	2,20	2,42	1,92	7,7	0,14	0,17	0,12	13,3	0,68	0,79	0,54	11,5
Média	2,12	2,90	1,19	16,2	0,12	0,19	0,05	22,9	0,67	1,08	0,42	21,9

SOLO	Ca (g/100 g)				Mg (g/100 g)				C (g/100 g)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
AQ	0,74	1,53	0,41	31,7	0,26	0,47	0,18	24,1	31	43	21	19,8
LV	0,60	1,91	0,33	50,2	0,28	0,46	0,17	24,2	36	45	13	19,4
LE <sup>1</sup>	0,66	1,59	0,42	64,2	0,24	0,31	0,18	20,4	34	39	22	20,2
LE <sup>2</sup>	0,53	0,83	0,40	23,0	0,30	0,48	0,22	18,6	35	43	27	13,2
C <sub>d</sub>	0,62	1,41	0,38	36,9	0,28	0,45	0,13	29,4	35	43	21	16,7
PV	0,52	0,77	0,33	25,2	0,32	0,40	0,26	13,3	36	43	26	13,0
Média	0,63	1,91	0,33	39,3	0,28	0,48	0,13	23,7	34	45	13	17,8

SOLO	Fe (µg/g)				Mn (µg/g)				Cu (µg/g)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	mín	máx	CV%
AQ	57	97	35	18,9	681	1920	130	54,9	8	5	12	18,8
LV	56	81	34	21,2	441	1052	136	49,5	8	6	10	15,2
LE <sup>1</sup>	63	69	56	7,1	500	679	366	22,0	9	8	11	13,5
LE <sup>2</sup>	64	95	46	23,3	457	2270	104	90,2	7	5	10	18,4
C <sub>d</sub>	54	69	43	14,8	616	1885	212	70,4	9	6	13	22,4
PV	47	55	41	9,8	804	1730	216	68,7	8	6	10	14,1
Média	57	97	34	20,7	579	2270	104	67,9	8	5	13	18,8

SOLO	Zn (µg/g)				B (µg/g)				Al (µg/g)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
AQ	18	23	14	11,8	12	24	1	46,8	72	125	45	23,5
LV	17	29	12	25,9	22	41	1	38,2	116	586	50	89,6
LE <sup>1</sup>	19	22	15	13,5	23	30	7	37,6	94	120	78	15,6
LE <sup>2</sup>	15	20	12	13,4	20	33	1	33,5	117	194	54	36,0
C <sub>d</sub>	19	26	13	17,6	20	55	6	56,6	81	200	60	34,2
PV	18	20	14	10,1	23	31	13	26,9	77	140	49	36,1
Média	17	29	12	18,3	19	55	1	47,0	93	586	45	60,0



conclusão

TABELA 17 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE Ca, Mg, N, K, P E C EM FOLHAS DE *E. grandis*, COM TRÊS ANOS DE IDADE POR CLASSE DE SOLO E GERAL

K (g/100 g) limites	GERAL		AQ		LV		LE <sup>1</sup>		LE <sup>2</sup>		PV		C <sub>d</sub>	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
0,40<=x<0,50	15	10,9	4	2,9	4	2,9	n.d.		4	2,9	n.d.		1	0,7
0,50<=x<0,60	32	23,2	13	9,4	10	7,3	1	0,7	8	5,8	1	0,7	1	0,7
0,60<=x<0,70	42	30,4	16	11,6	5	3,6	2	1,5	9	6,5	5	3,6	5	3,6
0,70<=x<0,80	26	18,8	6	4,4	4	2,9	1	0,7	4	2,9	6	4,3	5	3,6
0,80<=x<0,90	9	6,5	n.d.		1	0,7	3	2,2	3	2,2	n.d.		2	1,4
0,90<=x<1,00	12	8,7	n.d.		3	2,2	n.d.		n.d.		n.d.		9	6,5
1,00<=x<1,10	2	1,5	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		2	1,5

Ca (g/100 g) limites	GERAL		AQ		LV		LE <sup>1</sup>		LE <sup>2</sup>		PV		C <sub>d</sub>	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
0,27<=x<0,47	38	27,5	3	2,2	9	6,5	4	2,9	10	7,2	5	3,6	7	5,1
0,47<=x<0,67	56	40,6	14	10,1	12	8,7	1	0,7	13	9,4	5	3,6	11	8,1

Ca (g/100 g) limites	GERAL		AQ		LV		LE <sup>1</sup>		LE <sup>2</sup>		PV		C <sub>d</sub>	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
0,67<=x<0,87	27	19,6	11	8,0	4	2,9	1	0,7	5	3,6	2	1,5	4	2,9
0,87<=x<1,07	10	7,1	7	5,0	1	0,7	n.d.		n.d.		n.d.		2	1,4
1,07<=x<1,27	3	2,2	3	2,2	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.	
1,27<=x<1,47	1	0,8	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		1	0,8
1,47<=x<1,67	2	1,4	1	0,7	n.d.		1	0,7	n.d.		n.d.		n.d.	
1,67<=x<1,87	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.	
1,87<=x<2,07	1	0,8	n.d.		1	0,8	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.	

Mg (g/100g) limites	GERAL		AQ		LV		LE <sup>1</sup>		LE <sup>2</sup>		PV		C <sub>d</sub>	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
0,12<=x<0,20	14	10,1	7	5,1	1	0,7	1	0,75	n.d.		n.d.		5	3,6
0,20<=x<0,28	54	39,1	22	15,9	13	9,4	3	2,2	10	7,2	3	2,2	3	2,2
0,28<=x<0,36	53	38,4	5	3,6	9	6,5	3	2,2	15	10,9	8	5,8	13	9,5
0,36<=x<0,44	13	9,4	4	2,9	3	2,2	n.d.		2	1,4	1	0,7	3	2,2
0,44<=x<0,52	4	3,0	1	0,75	1	0,75	n.d.		1	0,75	n.d.		1	

C (g/100g) limites	GERAL		AQ		LV		LE <sup>1</sup>		LE <sup>2</sup>		PV		C <sub>d</sub>	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
12<=x<22	6	4,4	2	1,5	2	1,5	1	0,7	n.d.		n.d.		1	0,7
22<=x<32	38	27,7	17	12,4	1	0,7	1	0,7	10	7,3	2	1,4	7	5,1
32<=x<42	87	63,5	18	13,1	23	16,8	5	3,6	17	12,4	8	5,8	16	11,7
42<=x<52	6	4,4	1	0,7	1	0,7	n.d.		1	0,7	2	1,4	1	0,7

\* n.d. = não detectado pelo aparelho de medição

TABELA 18 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE Fe, Mn, Cu, Zn, B e Al EM FOLHAS DE *E. grandis* COM TRÊS ANOS DE IDADE

Fe (µg/g)	GERAL		AQ		LV		LE <sup>1</sup>		LE <sup>2</sup>		PV		C <sub>d</sub>	
limites	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
34<=x< 54	60	43,5	12	8,7	11	8,0	n.d.		10	7,3	10	7,3	16	12,1
54<=x< 74	68	49,3	25	18,7	14	10,2	7	5,1	12	8,7	2	1,4	8	5,8
74<=x< 94	7	5,1	1	0,7	2	1,5	n.d.		4	2,9	n.d.		n.d.	
94<=x<114	3	2,1	1	0,7	n.d.*		n.d.		2	1,5	n.d.		n.d.	

Mn (µg/g)	GERAL		AQ		LV		LE <sup>1</sup>		LE <sup>2</sup>		PV		C <sub>d</sub>	
limites	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
104<=x< 304	29	21,0	3	2,2	8	5,8	n.d.		9	6,5	2	1,4	7	5,1
304<=x< 504	49	35,5	12	8,7	10	7,3	4	2,9	14	10,1	2	1,4	7	5,1
504<=x< 704	26	18,8	9	6,5	6	4,3	3	2,2	1	0,7	4	2,9	3	2,2
704<=x< 904	12	8,7	5	3,6	2	1,45	n.d.		2	1,5	12	0,7	2	1,5
904<=x<1104	10	7,3	7	5,2	1	0,7	n.d.		1	0,7	n.d.		1	0,7
1104<=x<1304	5	3,6	1	0,7	n.d.		n.d.				n.d.		4	2,9

Mn (µg/g)	GERAL		AQ		LV		LE <sup>1</sup>		LE <sup>2</sup>		PV		C <sub>d</sub>	
limites	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
1304<=x<1504	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.	
1504<=x<1704	2	1,5	1	0,75	n.d.		n.d.		n.d.		1	0,75	n.d.	
1704<=x<1904	3	2,2	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		2	1,5	1	0,7
1904<=x<2104	1	0,7	1	0,7	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.	
2104<=x<2304	1	0,7	n.d.		n.d.		n.d.		1	0,75	n.d.		n.d.	

Cu (µg/g)	GERAL		AQ		LV		LE <sup>1</sup>		LE <sup>2</sup>		PV		C <sub>d</sub>	
limites	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
5<=x<7	17	12,3	4	2,9	2	1,5	n.d.		6		1	0,7	4	2,9
7<=x<9	63	45,7	15	10,9	15	10,9	3	2,2	17		7	5,1	6	4,3
9<=x<11	49	35,5	16	11,6	10	7,2	3	2,2	5		4	2,9	11	8,0
11<=x<13	8	5,8	4	2,9	n.d.		1	0,7	n.d.		n.d.		32	2,2
13<=x<15	1	0,7	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		1	0,7

Zn (µg/g)	GERAL		AQ		LV		LE <sup>1</sup>		LE <sup>2</sup>		PV		C <sub>d</sub>	
limites	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
12<=x<16	41	29,8	4	2,9	13	9,5	1	0,7	18	13,1	1	0,7	4	2,9
16<=x<20	70	50,7	27	19,6	8	5,8	4	2,9	9	6,5	10	7,2	12	8,7
20<=x<24	21	15,2	8	5,8	3	2,2	2	1,4	1	0,7	1	0,7	6	4,3
24<=x<28	5	3,6	n.d.		2	1,4	n.d.		n.d.		n.d.		3	2,2
28<=x<32	1	0,7	n.d.		1	0,7	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.	

B (µg/g)	GERAL		AQ		LV		LE <sup>1</sup>		LE <sup>2</sup>		PV		C <sub>d</sub>	
limites	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
01<=x<11	28	20,3	15	10,9	3	2,2	1	0,7	3	2,2	n.d.		6	4,3
11<=x<21	61	44,2	21	15,2	10	7,3	1	0,7	14	10,1	6	4,3	9	6,5
21<=x<31	40	29,0	3	2,2	10	7,3	5	3,6	10	7,3	6	4,3	6	4,3
31<=x<41	8	5,8	n.d.		4	2,9	n.d.		1	0,7	n.d.		3	2,2

continua

conclusão

TABELA 18 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE Fe, Mn, Cu, Zn, B e Al EM FOLHAS DE *E. grandis* COM TRÊS ANOS DE IDADE

B (µg/g)	GERAL		AQ		LV		LE <sup>1</sup>		LE <sup>2</sup>		PV		C <sub>d</sub>	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
41<=x<51	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.	
51<=x<61	1	0,7	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		1	0,7

Al (µg/g) limites	GERAL		AQ		LV		LE <sup>1</sup>		LE <sup>2</sup>		PV		C <sub>d</sub>	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
45<=x<85	76	55,1	29	21,01	11	8,0	2	1,4	7	5,1	9	6,5	18	13,0
85<=x<125	42	30,4	9	6,52	10	7,2	5	3,6	10	7,2	2	1,4	6	4,3
125<=x<165	11	8,0	1	0,72	4	2,9	n.d.		5	3,6	1	0,7	n.d.	
165<=x<205	7	5,1	n.d.		n.d.		n.d.		6	4,3	n.d.		1	0,7
>=205	2	1,5	n.d.		2	1,5	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.	

\* n.d. = não detectado pelo aparelho de medição

TABELA 19 - TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% DE N, P, K, Ca, Mg, C, Fe, Mn, Cu, Zn, B E Al NO HORIZONTE ORGÂNICO L<sub>n</sub> DE *E. grandis*, POR CLASSE DE SOLO E MÉDIA GERAL

SOLO	N (g/100g)				P (µg/g)				K (g/100g)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
AQ	0,74	1,40	0,43	22,2	404	930	91	51,8	0,16	0,30	0,07	36,3
LV	0,60	0,86	0,47	19,3	243	559	51	52,8	0,19	0,55	0,08	63,6
LE <sup>1</sup>	0,68	1,07	0,54	22,0	474	851	251	45,5	0,21	0,33	0,14	27,8
LE <sup>2</sup>	0,58	0,81	0,44	16,5	138	685	1	93,0	0,28	0,66	0,10	46,6
C <sub>d</sub>	0,75	1,30	0,46	24,4	160	438	n.d.*	83,7	0,36	0,66	0,08	47,6
PV	0,81	1,26	0,67	19,2	230	394	54	54,4	0,20	0,53	0,06	66,6
Média	0,69	1,40	0,43	24,0	277	930	n.d.	73,2	0,23	0,66	0,06	59,1

SOLO	Ca (g/100g)				Mg (g/100g)				C (g/100g)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
AQ	0,78	1,56	0,38	36,7	0,17	0,32	0,11	26,1	33	40	22	12,7
LV	0,78	1,34	0,51	29,9	0,17	0,29	0,10	25,4	32	44	15	19,7
LE <sup>1</sup>	0,61	0,83	0,46	22,2	0,15	0,19	0,10	23,7	31	39	25	16,6
LE <sup>2</sup>	0,84	1,32	0,56	26,4	0,19	0,28	0,14	17,7	33	41	25	12,2
C <sub>d</sub>	0,91	2,39	0,46	59,7	0,17	0,23	0,08	23,2	32	36	25	8,8
PV	0,60	1,01	0,42	29,7	0,17	0,27	0,12	23,0	32	40	26	14,0
Média	0,78	2,39	0,38	40,0	0,17	0,32	0,08	23,9	32	44	15	13,9

SOLO	Fe (µg/g)				Mn (µg/g)				Cu (µg/g)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
AQ	145	220	107	17,1	880	2045	299	53,0	6	10	3	23,9
LV	136	177	106	14,2	703	1045	340	21,2	8	15	5	29,4
LE <sup>1</sup>	160	245	111	23,8	681	1115	334	33,8	7	12	5	24,4

continua

conclusão

TABELA 19 - TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% DE N, P, K, Ca, Mg, C, Fe, Mn, Cu, Zn, B E Al NO HORIZONTE ORGÂNICO L<sub>n</sub> DE *E. grandis*, POR CLASSE DE SOLO E MÉDIA GERAL

SOLO	Fe (µg/g)				Mn (µg/g)				Cu (µg/g)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
LE <sup>2</sup>	167	243	127	15,5	861	1845	233	44,4	8	28	4	57,7
C <sub>d</sub>	170	517	89	46,7	1086	2750	246	64,3	8	12	5	25,5
PV	170	253	95	25,1	916	1545	312	41,7	8	10	6	18,7
Média	155	517	89	27,4	866	2750	233	52,3	7	28	3	36,6

SOLO	Zn (µg/g)				B (µg/g)				Al (µg/g)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
AQ	8	12	5	20,7	26	37	17	16,9	291	380	190	13,8
LV	8	15	6	21,0	34	43	23	15,6	289	469	128	29,5
LE <sup>1</sup>	7	10	6	16,7	31	38	23	13,8	325	420	235	15,9
LE <sup>2</sup>	9	18	5	27,8	43	116	24	42,0	349	447	247	14,4
C <sub>d</sub>	11	25	7	35,3	41	88	16	34,8	331	633	197	33,0
PV	11	15	6	24,8	42	92	25	44,5	349	590	200	31,2
Média	9	25	5	30,4	35	116	16	38,3	315	633	128	24,2

\* n.d. = não detectado pelo aparelho de medição

TABELA 20 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE *t* REFERENTE AOS DADOS DAS TABELAS 11 e 12, DO ITEM 5.2.2

	Ca	P	Mg	N	K	C
AQ F x AQ L <sub>n</sub>	n.s.	*	*	*	*	n.s.
LV F x LV L <sub>n</sub>	*	*	*	*	*	n.s.
LE <sup>1</sup> F x LE <sup>1</sup> L <sub>n</sub>	n.s.	*	*	*	*	n.s.
LE <sup>2</sup> F x LE <sup>2</sup> L <sub>n</sub>	*	*	*	*	*	n.s.
PV F x PV L <sub>n</sub>	n.s.	*	*	*	*	*
C <sub>d</sub> F x C <sub>d</sub> L <sub>n</sub>	*	*	*	*	*	*

	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Al
AQ F x AQ L <sub>n</sub>	*	*	*	*	*	*
LV F x LV L <sub>n</sub>	*	*	n.s.	*	*	*
LE <sup>1</sup> F x LE <sup>1</sup> L <sub>n</sub>	*	n.s.	n.s.	*	*	*
LE <sup>2</sup> F x LE <sup>2</sup> L <sub>n</sub>	*	*	n.s.	*	*	*
PV F x PV L <sub>n</sub>	*	n.s.	n.s.	*	*	*
C <sub>d</sub> F x C <sub>d</sub> L <sub>n</sub>	*	*	*	*	*	*

n.s. = diferença não significativa

\* (p < 0,05)

TABELA 21 - TEORES MÉDIOS, MÁXIMOS, MÍNIMOS E CV% PARA N, P, K, Ca, Mg, C, Fe, Mn, Cu, Zn, B E Al NO HORIZONTE ORGÂNICO L<sub>v</sub> DE *E. grandis*, POR CLASSE DE SOLO E MÉDIA GERAL

SOLO	N (g/100 g)				P (µg/g)				K (g/100 g)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
AQ	0,83	1,23	0,60	18,6	59	320	n.d.*	168,1	0,08	0,19	0,04	45,2
LV	0,76	1,05	0,60	14,5	22	193	n.d.	242,9	0,07	0,12	0,03	36,9
LE <sup>1</sup> (n=7)	0,82	0,98	0,69	14,2	134	258	n.d.	73,0	0,08	0,11	0,06	25,6
LE <sup>2</sup> (n=24)	0,85	1,30	0,62	18,6	44	232	n.d.	145,6	0,09	0,14	0,04	26,8
C <sub>d</sub>	0,98	1,46	0,70	21,2	84	277	n.d.	136,1	0,11	0,18	0,06	26,7
PV	0,95	1,04	0,89	5,1	n.d.	n.d.	n.d.	-	0,12	0,21	0,07	39,2
Média	0,85	1,46	0,60	19,2	52	320	n.d.	166,0	0,09	0,21	0,03	39,4

SOLO	Ca (g/100 g)				Mg (g/100 g)				C (g/100 g)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
AQ	0,76	1,25	0,11	28,8	0,14	0,24	0,08	24,9	27	40	19	16,6
LV	0,97	2,10	0,42	40,7	0,14	0,27	0,05	34,7	26	33	19	16,2
LE <sup>1</sup>	0,69	1,04	0,55	23,5	0,12	0,15	0,09	20,5	27	33	19	16,4
LE <sup>2</sup>	1,12	1,88	0,62	35,7	0,16	0,24	0,01	30,1	27	34	18	15,4
C <sub>d</sub>	0,87	1,14	0,62	26,3	0,18	0,20	0,14	15,2	29	34	23	11,2
PV	1,24	2,57	0,62	49,0	0,16	0,24	0,06	25,9	28	32	25	7,7
Média	0,99	2,57	0,11	45,0	0,15	0,27	0,01	29,9	27	40	18	15,1

SOLO	Fe (µg/g)				Mn (µg/g)				Cu (µg/g)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
AQ	320	951	172	43,4	977	1770	264	42,5	8	17	3	36,5
LV	332	899	114	62,4	685	1116	245	29,4	8	14	5	28,5
LE <sup>1</sup>	415	1121	66	78,2	948	1566	395	43,9	9	13	6	26,3
LE <sup>2</sup>	398	1100	154	65,6	799	2114	255	49,6	11	52	6	83,7
C <sub>d</sub>	601	2623	156	109,3	1236	3124	466	62,5	10	16	7	33,1
PV	368	833	114	63,7	1436	2989	370	70,1	9	11	6	19,4
Média	394	2623	66	84,4	941	3124	245	57,2	9	52	3	55,5

SOLO	Zn(µg/g)				B (µg/g) (n=20)				Al (µg/g)			
	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%	méd	máx	mín	CV%
AQ	11	24	6	34,9	37	149	24	73,2	666	2379	229	61,2
LV	11	18	6	27,4	35	44	27	12,7	729	3235	251	93,7
LE <sup>1</sup>	9	10	7	12,1	31	36	28	10,8	568	910	162	45,7
LE <sup>2</sup>	14	22	8	17,6	42	87	28	33,5	843	2750	350	69,2
C <sub>d</sub>	18	54	10	56,8	38	49	29	13,3	1010	4230	342	90,4
PV	16	20	12	19,7	30	35	23	20,0	798	1939	322	68,9
Média	13	54	6	42,1	37	149	23	42,0	774	4230	162	78,9

\* n.d. = não detectado pelo aparelho de medição



TABELA 22 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE  $t$  REFERENTE AOS DADOS DAS TABELAS 13 E 14, DO ITEM 5.2.2

	Ca	P	Mg	N	K	C
AQ $L_V$ x AQ $L_n$	n.s.	*	*	*	*	*
LV $L_V$ x LV $L_n$	*	*	*	*	*	*
LE <sup>1</sup> $L_V$ x LE <sup>1</sup> $L_n$	n.s.	*	*	n.s.	*	n.s.
LE <sup>2</sup> $L_V$ x LE <sup>2</sup> $L_n$	*	*	*	*	*	*
PV $L_V$ x PV $L_n$	*	*	n.s.	*	n.s.	*
C <sub>d</sub> $L_V$ x C <sub>d</sub> $L_n$	*	n.s.	n.s.	*	*	*
	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Al
AQ $L_V$ x AQ $L_n$	*	n.s.	*	*	*	*
LV $L_V$ x LV $L_n$	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	*
LE <sup>1</sup> $L_V$ x LE <sup>1</sup> $L_n$	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	*
LE <sup>2</sup> $L_V$ x LE <sup>2</sup> $L_n$	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	*
PV $L_V$ x PV $L_n$	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	*
C <sub>d</sub> $L_V$ x C <sub>d</sub> $L_n$	*	n.s.	*	*	n.s.	*

n.s. = diferença não significativa

\* ( $p < 0,05$ )

TABELA 23 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS 22 FATORES CRIADOS PARA O MODELO GERAL (n=137)

	Areia fina	Bases 5-30	Carga Bipolar	Bases 0-5	Na 0-30	K 10-30	P 10-30	pH 5-30	K 0-10	P 5-10	CN 0-30	Madeira
Areia fina		0,00	-0,02	-0,03	0,02	0,01	-0,05	-0,03	-0,01	0,00	-0,04	0,09
Bases 5-30	0,00		-0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	-0,00	0,00	0,00	-0,01	0,09
Carga Bipol.	-0,02	-0,00		-0,01	0,02	0,01	-0,01	-0,01	0,00	-0,00	-0,03	0,45*
Bases 0-5	-0,03	0,01	-0,01		0,02	0,01	-0,02	0,02	-0,01	-0,02	-0,01	0,14
Na 0-30	0,02	0,00	0,02	0,02		-0,02	-0,01	0,01	-0,01	0,02	0,03	0,02
K 10-30	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,02		-0,01	-0,00	0,00	0,01	0,03	-0,02
P 10-30	-0,05	0,01	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01		-0,02	-0,01	-0,03	-0,02	0,04
pH 5-30	-0,03	-0,00	-0,01	0,02	0,01	-0,00	-0,02		0,00	-0,00	-0,02	0,05
K 0-10	-0,01	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,00		0,00	0,00	0,22
P 5-10	0,00	0,00	-0,00	-0,02	0,02	0,01	-0,03	-0,00	0,00		-0,01	-0,08
CN 0-30	-0,04	-0,01	-0,03	-0,01	0,03	0,03	-0,02	-0,02	0,00	-0,01		0,20
Madeira	0,09	0,09	0,45*	0,14	0,02	-0,02	0,04	0,05	0,22	-0,08	0,20	
Copa	-0,06	0,25	-0,25	0,20	-0,15	-0,08	0,04	0,01	0,14	0,06	-0,00	0,03
Solo	0,04	0,12	0,15	-0,10	-0,05	0,17	0,09	0,10	0,56*	-0,02	0,50*	0,47*
Proteína	-0,06	-0,09	-0,34	-0,06	-0,27	0,02	-0,03	-0,11	0,23	0,04	0,18	-0,08
Cicl. de K	-0,10	0,20	0,17	0,10	0,02	0,07	0,06	0,21	0,41*	-0,18	0,11	0,56*
Fe e Al L <sub>n</sub>	0,07	-0,02	0,27	0,03	0,16	0,11	-0,04	0,00	-0,04	0,12	0,15	0,11
Cicl. de Mn	0,20	0,44*	-0,13	-0,11	0,05	0,08	0,10	-0,05	0,06	0,10	0,13	-0,02
Fe e Al Fol.	0,02	0,10	0,13	0,03	-0,11	-0,08	0,03	0,00	-0,32	-0,35	-0,07	0,04
Cicl. de Ca	-0,09	0,35	-0,09	0,37	-0,09	0,02	-0,04	0,10	-0,09	0,05	-0,14	-0,11
C e B	-0,06	,11	-0,25	0,15	-0,13	0,01	-0,09	-0,15	-0,16	0,21	-0,29	-0,13
Cicl. de Mg	0,01	,11	0,08	0,29	0,14	-0,16	0,03	0,13	0,14	0,15	-0,06	0,23
C L <sub>n</sub>	-0,20	,02	-0,00	-0,16	0,14	0,05	-0,08	0,34	0,08	-0,11	-0,09	-0,20

	Copa	Solo	Proteína	Cicl. de K	Fe e Al L <sub>n</sub>	Cicl. de Mn	Fe e Al Fol.	Cicl. de Ca	C e B	Cicl. de Mg	C L <sub>n</sub>
Copa		0,04	0,23	0,17	-0,06	0,01	0,07	0,39	0,28	0,07	-0,11
Solo	0,04		0,15	0,40	0,12	0,15	-0,22	-0,10	-0,45*	0,02	0,01
Proteína	0,23	0,15		0,00	0,01	0,00	0,01	-0,01	0,00	0,01	0,00
Cicl. de K	0,17	0,40*	0,00		0,01	-0,00	-0,00	0,01	-0,00	0,00	-0,00
Fe e Al L <sub>n</sub>	-0,06	0,12	0,01	0,01		0,00	-0,00	0,01	-0,01	-0,00	-0,02
Cicl. de Mn	0,01	0,15	0,00	-0,00	0,00		-0,01	-0,01	-0,00	-0,01	0,01
Fe e Al Foliar	0,07	-0,22	0,01	-0,00	-0,00	-0,01		0,01	0,00	0,00	-0,01
Cicl. de Ca	0,39	-0,10	-0,01	0,01	0,01	-0,01	0,01		0,02	-0,02	0,04
C e B	0,28	-0,45*	0,00	-0,00	-0,01	-0,00	0,00	0,02		0,02	-0,05
Cicl. de Mg	0,07	0,02	0,01	0,00	-0,00	-0,01	0,00	-0,02	0,02		0,02
C L <sub>n</sub>	-0,11	0,01	0,00	-0,00	-0,02	0,01	-0,01	0,04	-0,05	0,02	

\* as correlações marcadas são significativas a  $p < 0,05$

TABELA 24 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS 22 FATORES CRIADOS PARA A AREIA QUARTZOSA (n=38)

	Areia fina	Bases 5-30	Carga Bipolar	Bases 0-5	Na 0-30	K 10-30	P 10-30	pH 5-30	K 0-10	P 5-10	CN 0-30
Areia fina		-0,07	-0,77*	0,07	-0,03	-0,29	0,07	-0,42*	0,10	0,19	0,13
Bases 5-30	-0,07		-0,36	-0,07	0,52*	-0,11	-0,09	-0,14	-0,38	-0,19	0,45*
Carga Bip.	-0,77*	-0,36		0,07	-0,17	0,37	-0,03	0,26	0,19	-0,21	-0,46*
Bases 0-5	0,07	-0,07	0,07		-0,03	-0,07	-0,10	-0,53*	-0,05	0,15	0,11
Na 0-30	-0,03	0,52*	-0,17	-0,03		0,12	-0,25	-0,15	-0,00	-0,28	0,13
K 10-30	-0,29	-0,11	0,37	-0,07	0,12		0,37	-0,21	0,07	-0,26	-0,24
P 10-30	0,07	-0,09	-0,03	-0,10	-0,25	0,37		-0,01	0,31	-0,34	-0,43*
pH 5-30	-0,42*	-0,14	0,26	-0,53*	-0,15	-0,21	-0,01		0,18	-0,22	-0,34
K 0-10	0,10	-0,38	0,19	-0,05	-0,00	0,07	0,31	0,18		-0,45*	-0,86*
P 5-10	0,19	-0,19	-0,21	0,15	-0,28	-0,26	-0,34	-0,22	-0,45*		0,43*
CN 0-30	0,13	0,45*	-0,46*	0,11	0,13	-0,24	-0,43*	-0,34	-0,86	0,43*	
Madeira	0,60*	-0,03	-0,36	0,13	0,12	-0,04	-0,05	-0,37	-0,01	0,16	0,13
Copa	-0,42	-0,02	0,39	0,25	-0,14	0,16	0,02	0,16	-0,12	-0,05	-0,08
Proteína	0,08	-0,00	0,15	0,29	-0,11	-0,11	-0,04	-0,16	0,06	-0,16	-0,04
Cicl. de K	0,13	-0,06	0,01	-0,34	0,05	0,08	-0,07	0,25	0,13	-0,36	-0,16
Fe e Al L <sub>n</sub>	-0,32	0,00	0,38	0,26	0,06	0,25	-0,18	-0,28	-0,08	-0,11	0,07
Cicl.de Mn	0,35	0,26	-0,42*	0,08	0,14	0,09	0,02	-0,56*	-0,26	0,24	0,46*
Fe e Al Fol	-0,20	-0,02	0,33	0,17	0,05	0,03	-0,25	0,01	0,09	-0,40	-0,11
Cicl. de Ca	-0,61*	0,10	0,43*	0,32	-0,03	0,11	0,05	-0,01	-0,11	-0,01	-0,06
C e B	0,15	-0,08	-0,06	-0,10	0,33	0,16	-0,25	-0,25	-0,06	-0,00	0,12
Cicl.de Mg	0,38	-0,02	-0,27	0,23	0,11	-0,40	0,23	-0,01	0,23	-0,03	-0,17
C L <sub>n</sub>	-0,37	-0,22	0,36	-0,24	-0,03	0,09	-0,03	0,46*	0,45*	-0,41*	-0,48*

	Madei ra	Copa	Protei- na	K	Fe e Al L <sub>n</sub>	Mn	Fe e Ca Al Fol	C e B	Mg	C L <sub>n1</sub>	
Madeira		-0,10	0,09	0,34	-0,20	0,15	-0,10	-0,43*	0,25	0,22	-0,54*
Copa	-0,10		0,19	-0,02	0,13	-0,18	0,07	0,48*	-0,34	-0,17	-0,08
Proteína	0,09	0,19		-0,00	0,21	0,04	0,58*	0,09	-0,10	0,13	-0,06
Cicl. de K	0,34	-0,02	-0,00		0,02	-0,22	0,28	-0,45*	0,42*	-0,35	0,07
Fe e Al L <sub>n</sub>	-0,20	0,13	0,21	0,02		-0,08	0,40	0,10	0,38	-0,20	-0,01
Cicl.de Mn	0,15	-0,18	0,04	-0,22	-0,08		-0,21	-0,23	0,13	-0,12	-0,26
Fe e Al Fol	-0,10	0,07	0,58*	0,28	0,40	-0,21		0,11	0,22	-0,15	0,34
Cicl. de Ca	-0,43*	0,48*	0,09	-0,45*	0,10	-0,23	0,11		-0,50	-0,14	0,11
C e B	0,25	-0,34	-0,10	0,42*	0,38	0,13	0,22	-0,50*		-0,16	-0,13
Cicl.de Mg	0,22	-0,17	0,13	-0,35	-0,20	-0,12	-0,15	-0,14	-0,16		-0,12
C L <sub>n</sub>	-0,54*	-0,08	-0,06	0,07	-0,01	-0,26	0,34	0,11	-0,13	-0,12	

\* as correlações marcadas são significativas a  $p < 0,05$

TABELA 25 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS 22 FATORES CRIADOS PARA LATOSSOLO VERMELHO AMARELO (n=27)

	Areia fina	Bases 5-30	Carga Bipolar	Bases 0-5	Na 0-30	K 10-30	P 10-30	pH 5-30	K 0-10	P 5-10	CN 0-30
Areia fina		-0,31	-0,26	-0,24	0,05	0,28	-0,22	-0,28	0,18	-0,17	-0,30
Bases 5-30	-0,31		-0,12	-0,21	0,14	-0,47*	0,15	-0,37	-0,22	-0,69*	0,57*
Carga Bip.	-0,26	-0,12		-0,04	0,05	-0,20	-0,11	0,18	0,50*	0,08	-0,31
Bases 0-5	-0,24	-0,21	-0,04		-0,33	0,32	0,01	0,02	-0,09	0,04	-0,06
Na 0-30	0,05	0,14	0,05	-0,33		-0,30	-0,03	-0,14	0,04	-0,01	0,32
K 10-30	0,28	-0,47*	-0,20	0,32	-0,30		-0,33	0,30	-0,38	0,06	-0,08
P 10-30	-0,22	0,15	-0,11	0,01	-0,03	-0,33		0,01	-0,40	0,13	0,14
pH 5-30	-0,28	-0,37	0,18	0,02	-0,14	0,30	0,01		-0,08	0,56*	-0,23
K 0-10	0,18	-0,22	0,50*	-0,09	0,04	-0,38	-0,40	-0,08		0,07	-0,63
P 5-10	-0,17	-0,69*	0,08	0,04	-0,01	0,06	0,13	0,56*	0,07		-0,44
CN 0-30	-0,30	0,57*	-0,31	-0,06	0,32	-0,08	0,14	-0,23	-0,63*	-0,44*	
Madeira	-0,70*	0,54*	0,13	0,29	-0,30	-0,28	0,03	0,02	0,03	-0,24	0,12
Copa	-0,02	0,17	-0,09	0,32	-0,42*	-0,12	-0,02	-0,22	0,07	-0,13	-0,12
Proteína	-0,04	-0,12	-0,37	0,26	-0,19	0,15	-0,07	-0,00	-0,05	0,12	-0,10
Cicl. de K	-0,52*	0,45*	0,19	0,40	-0,05	-0,17	0,15	0,03	-0,09	-0,33	0,34
Fe e Al L <sub>n</sub>	0,42	-0,76*	-0,03	0,02	0,14	0,46*	-0,26	0,13	0,00	0,40	-0,26
Cicl. de Mn	0,20	0,20	-0,26	-0,31	0,07	-0,19	0,16	-0,30	-0,03	-0,11	-0,00
Fe e Al Fol.	0,04	0,62*	-0,35	-0,02	0,12	-0,05	0,28	-0,43*	-0,38	-0,53*	0,39
Cicl. de Ca	0,22	-0,23	-0,31	0,20	-0,43*	0,22	-0,12	0,08	-0,09	0,08	-0,15
C e B	-0,24	-0,33	-0,05	0,42	-0,52*	0,13	-0,14	0,36	0,14	0,40	-0,32
Cicl. de Mg	-0,41	-0,06	0,01	0,24	-0,04	-0,21	-0,01	0,11	0,22	0,29	-0,18
C L <sub>n</sub>	-0,11	-0,02	0,06	-0,37	0,23	0,15	-0,20	0,50	-0,21	0,11	0,27

	Madeira	Copa	Proteína	Cicl. de K	Fe e Al L <sub>n</sub>	Cicl. de Mn	Fe e Al Fol	Cicl. de Ca	C e B	Cicl. de Mg	C L <sub>n</sub>
Madeira		0,26	0,03	0,61*	-0,70*	-0,24	0,11	-0,06	0,38	0,25	-0,18
Copa	0,26		0,29	0,19	-0,28	-0,20	0,19	0,31	0,29	0,23	-0,27
Proteína	0,03	0,29		-0,10	0,22	0,15	0,13	0,20	0,10	0,68*	0,05
Cicl. de K	0,61*	0,19	-0,10		-0,57	-0,48*	0,26	-0,10	0,21	-0,11	-0,11
Fe e Al L <sub>n</sub>	-0,70*	-0,28	0,22	-0,57		0,08	-0,44*	0,04	-0,07	0,04	0,13
Cicl. de Mn	-0,24	-0,20	0,15	-0,48*	0,08		0,20	-0,35	-0,44*	0,24	-0,04
Fe e Al Fol.	0,11	0,19	0,13	0,26	-0,44*	0,20		-0,11	-0,47*	-0,05	-0,19
Cicl. de Ca	-0,06	0,31	0,20	-0,10	0,04	-0,35	-0,11		0,32	-0,12	0,03
C e B	0,38	0,29	0,10	0,21	-0,07	-0,44*	-0,47*	0,32		0,15	-0,11
Cicl. de Mg	0,25	0,23	0,68	-0,11	0,04	0,24	-0,05	-0,12	0,15		0,06
C L <sub>n</sub>	-0,18	-0,27	0,05	-0,11	0,13	-0,04	-0,19	0,03	-0,11	0,06	

\* as correlações marcadas são significativas a  $p < 0,05$

TABELA 26 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS 22 FATORES CRIADOS PARA LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO, TEXTURA MÉDIA (n=07)

	Areia fina	Bases 5-30	Carga Bip.	Bases 0-5	Na 0-30	K 10-30	P 10-30	pH 5-30	K 0-10	P 5-10	CN 0-30
Areia fina		-0,47	-0,93*	0,59	0,29	0,24	0,08	-0,12	-0,64	0,42	-0,15
Bases 5-30	-0,47		0,31	-0,74	-0,15	-0,63	0,15	-0,13	0,25	0,47	0,03
Carga Bip.	-0,93*	0,31		-0,48	-0,45	-0,37	0,20	0,18	0,35	-0,42	0,29
Bases 0-5	0,59	-0,74	-0,48		0,40	0,60	0,10	-0,03	-0,40	-0,06	-0,09
Na 0-30	0,29	-0,15	-0,45	0,40		0,43	-0,22	0,54	0,13	0,07	-0,79*
K 10-30	0,24	-0,63	-0,37	0,60	0,43		-0,72	0,00	0,40	-0,30	-0,04
P 10-30	0,08	0,15	0,20	0,10	-0,22	-0,72		0,05	-0,79*	0,30	0,06
pH 5-30	-0,12	-0,13	0,18	-0,03	0,54	0,00	0,05		0,05	-0,08	-0,45
K 0-10	-0,64	0,25	0,35	-0,40	0,13	0,40	-0,79*	0,05		-0,39	-0,07
P 5-10	0,42	0,47	-0,42	-0,06	0,07	-0,30	0,30	-0,08	-0,39		0,21
CN 0-30	-0,15	0,03	0,29	-0,09	-0,79*	-0,04	0,06	-0,45	-0,07	0,21	
Madeira	0,52	-0,69	-0,25	0,28	-0,12	0,05	0,17	0,34	-0,56	-0,07	0,11
Copa	-0,35	0,54	0,29	-0,25	0,00	-0,58	0,46	-0,23	-0,05	-0,10	-0,40
Proteína	-0,27	0,02	0,04	-0,30	-0,16	0,54	-0,91*	-0,24	0,81*	-0,24	0,30
Cicl. de K	-0,59	0,59	0,60	-0,92*	-0,49	-0,62	0,05	0,23	0,25	0,07	0,26
Fe e Al L <sub>n</sub>	-0,02	-0,18	0,09	0,22	0,57	0,18	0,08	0,90*	-0,01	0,13	-0,23
Cicl. de Mn	0,70	0,12	-0,71	-0,16	0,03	-0,19	-0,02	-0,08	-0,39	0,65	-0,04
Fe e Al Fol.	0,43	0,45	-0,45	-0,14	0,38	-0,41	0,34	0,28	-0,40	0,85*	-0,27
Cicl. de Ca	0,41	-0,41	-0,31	0,85*	0,08	0,41	0,24	-0,37	-0,39	0,19	0,29
C e B	-0,36	0,82*	0,37	-0,65	-0,15	-0,76*	0,44	0,26	-0,07	0,60	0,12
Cicl. de Mg	0,31	-0,84*	-0,24	0,57	0,54	0,57	-0,21	0,55	-0,06	-0,54	-0,49
C L <sub>n</sub>	-0,29	-0,10	0,41	0,39	-0,36	0,12	0,30	-0,37	-0,07	-0,09	0,58

	Madeira	Copa	Proteína	Cicl. de K	Fe e Al L <sub>n</sub>	Cicl. de Mn	Fe e Al Fol.	Cicl. de Ca	C e B	Cicl. de Mg	C L <sub>n</sub>
Madeira		-0,61	-0,22	-0,01	0,28	0,36	0,02	-0,02	-0,25	0,57	-0,26
Copa	-0,61		-0,46	0,03	-0,38	-0,29	0,07	-0,10	0,28	-0,37	0,10
Proteína	-0,22	-0,46		0,19	-0,23	-0,03	-0,43	-0,25	-0,27	-0,09	-0,09
Cicl. de K	-0,01	0,03	0,19		0,03	0,10	0,12	-0,79*	0,71	-0,46	-0,28
Cát. Ác. L <sub>n</sub>	0,28	-0,38	-0,23	0,03		-0,13	0,31	0,00	0,23	0,47	-0,08
Cicl. de Mn	0,36	-0,29	-0,03	0,10	-0,13		0,70	-0,21	0,20	-0,16	-0,67
Cát. Ác. F	0,02	0,07	-0,43	0,12	0,31	0,70		-0,12	0,64	-0,26	-0,47
Cicl. de Ca	-0,02	-0,10	-0,25	-0,79*	0,00	-0,21	-0,12		-0,40	0,08	0,72
C e B	-0,25	0,28	-0,27	0,71	0,23	0,20	0,64	-0,40		-0,65	-0,11
Cicl. de Mg	0,57	-0,37	-0,09	-0,46	0,47	-0,16	-0,26	0,08	-0,65		-0,23
C L <sub>n</sub>	-0,26	0,10	-0,09	-0,28	-0,08	-0,67	-0,47	0,72	-0,11	-0,23	

\* as correlações marcadas são significativas a  $p < 0,05$

TABELA 27 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS 22 FATORES CRIADOS PARA LATOSSOLO VERMELHO ESCURO, TEXTURA ARGILOSA (n=18)

	Areia fina	Bases 5-30	Carga Bip.	Bases 0-5	Na 0-30	K 10-30	P 10-30	pH 5-30	K 0-10	P 5-10	CN 0-30
Areia fina		-0,14	0,09	-0,05	-0,17	0,11	-0,09	0,09	-0,32	0,19	-0,16
Bases 5-30	-0,14		0,27	-0,01	-0,07	0,29	-0,13	-0,37	-0,07	0,34	-0,22
Carga Bip.	0,09	0,27		0,07	-0,21	-0,32	-0,18	-0,32	-0,23	0,28	0,08
Bases 0-5	-0,05	-0,01	0,07		0,14	-0,19	0,03	-0,11	-0,05	-0,22	0,32
Na 0-30	-0,17	-0,07	-0,21	0,14		-0,07	0,02	0,24	0,36	0,18	0,05
K 10-30	0,11	0,29	-0,32	-0,19	-0,07		-0,27	-0,08	-0,34	0,00	-0,28
P 10-30	-0,09	-0,13	-0,18	0,03	0,02	-0,27		0,16	-0,07	-0,22	0,14
pH 5-30	0,09	-0,37	-0,32	-0,11	0,24	-0,08	0,16		-0,20	-0,14	0,39
K 0-10	-0,32	-0,07	-0,23	-0,05	0,36	-0,34	-0,07	-0,20		0,04	-0,50
P 5-10	0,19	0,34	0,28	-0,22	0,18	0,00	-0,22	-0,14	0,04		-0,17
CN 0-30	-0,16	-0,22	0,08	0,32	0,05	-0,28	0,14	0,39	-0,50*	-0,17	
Madeira	0,09	0,09	0,46*	0,30	-0,09	-0,06	-0,23	-0,31	-0,09	0,02	0,12
Copa	-0,13	-0,06	0,00	0,19	-0,37	-0,03	0,18	-0,29	-0,07	-0,15	-0,06
Proteína	-0,03	-0,13	-0,48	-0,18	-0,38	0,29	-0,01	-0,25	0,09	-0,36	-0,20
Cicl. de K	-0,22	-0,03	-0,10	0,05	0,03	0,19	-0,11	-0,03	0,25	-0,19	-0,28
Fe e Al L <sub>n</sub>	-0,07	0,10	0,23	0,28	0,47*	-0,23	-0,05	0,23	0,15	0,07	0,26
Cicl. de Mn	-0,02	0,17	-0,07	-0,43*	0,19	0,06	0,04	-0,03	0,13	0,26	-0,06
Fe e Al Fol.	0,03	0,10	0,15	-0,12	-0,55*	-0,09	0,04	-0,31	-0,25	-0,07	0,19
Cicl. de Ca	0,14	0,11	0,15	0,56*	-0,09	0,14	-0,07	-0,23	-0,25	-0,14	0,11
C e B	-0,14	0,09	-0,15	-0,13	-0,29	0,13	0,12	-0,11	-0,02	0,11	-0,22
Cicl. de Mg	0,13	-0,00	0,30	0,41	0,21	-0,24	0,01	0,08	-0,00	0,17	0,16
C L <sub>n</sub>	-0,21	-0,13	-0,24	-0,16	0,38	-0,08	0,08	0,33	0,28	-0,21	0,06

	Madeira	Copa	Proteína	Cicl. de K	Fe e Al L <sub>n</sub>	Cicl. de Mn	Fe e Al Foliar	Cicl. de Ca	C e B	Cicl. de Mg	C L <sub>n</sub>
Madeira		0,18	-0,20	0,24	0,36	-0,29	0,13	0,41	-0,22	0,17	-0,35
Copa	0,18		0,34	-0,14	-0,23	-0,57*	0,34	0,11	0,30	-0,23	-0,30
Proteína	-0,20	0,34		-0,07	-0,41	-0,08	0,38	-0,22	0,25	-0,48*	-0,09
Cicl. de K	0,24	-0,14	-0,07		0,07	0,05	-0,34	0,19	0,15	-0,23	-0,07
Fe e Al L <sub>n</sub>	0,36	-0,23	-0,41	0,07		0,22	-0,03	-0,01	-0,28	0,36	0,23
Cicl. de Mn	-0,29	-0,57*	-0,08	0,05	0,22		0,13	-0,45*	0,01	0,07	0,17
Fe e Al Fol.	0,13	0,34	0,38	-0,34	-0,03	0,13		-0,12	0,14	-0,13	-0,24
Cicl. de Ca	0,41	0,11	-0,22	0,19	-0,01	-0,45*	-0,12		-0,24	0,08	-0,06
C e B	-0,22	0,30	0,25	0,15	-0,28	0,01	0,14	-0,24		-0,26	-0,10
Cicl. de Mg	0,17	-0,23	-0,48*	-0,23	0,36	0,07	-0,13	0,08	-0,26		0,01
C L <sub>n</sub>	-0,35	-0,30	-0,09	-0,07	0,23	0,17	-0,24	-0,06	-0,10	0,01	

\* as correlações marcadas são significativas a  $p < 0,05$

TABELA 28 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS 22 FATORES CRIADOS PARA CAMBISSOLO (n=25)

	Areia fina	Bases 5-30	Carga Bip.	Bases 0-5	Na 0-30	K 10-30	P 10-30	pH 5-30	K 0-10	P 5-10	CN 0-30
Areia fina		0,17	-0,54	0,22	0,08	-0,25	0,02	0,42	-0,29	0,14	-0,39
Bases 5-30	0,17		-0,29	0,23	0,21	-0,18	-0,11	0,19	-0,02	0,31	-0,34
Carga Bip.	-0,54*	-0,29		-0,47*	-0,29	-0,06	0,13	-0,69*	0,06	-0,10	-0,15
Bases 0-5	0,22	0,23	-0,47*		-0,15	0,05	-0,33	0,58*	0,43*	0,17	-0,19
Na 0-30	0,08	0,21	-0,29	-0,15		0,35	0,35	-0,26	-0,36	0,06	0,09
K 10-30	-0,25	-0,18	-0,06	0,05	0,35		0,13	-0,14	-0,07	0,23	0,17
P 10-30	0,02	-0,11	0,13	-0,33	0,35	0,13		-0,32	-0,40	-0,07	-0,18
pH 5-30	0,42	0,19	-0,69*	0,58*	-0,26	-0,14	-0,32		0,06	0,05	0,00
K 0-10	-0,29	-0,02	0,06	0,43*	-0,36	-0,07	-0,40	0,06		-0,08	-0,14
P 5-10	0,14	0,31	-0,10	0,17	0,06	0,23	-0,07	0,05	-0,08		-0,15
CN 0-30	-0,39	-0,34	-0,15	-0,19	0,09	0,17	-0,18	0,00	-0,14	-0,15	
Madeira	-0,00	-0,17	0,37	0,06	-0,15	-0,49*	0,12	-0,20	0,17	-0,04	-0,24
Copa	0,44*	0,45*	-0,41	0,54*	0,17	-0,20	-0,05	0,44*	0,10	0,36	-0,25
Proteína	-0,16	-0,25	-0,03	-0,23	-0,28	-0,20	-0,38	0,24	0,03	-0,19	0,44*
Cicl. de K	0,07	0,24	-0,22	0,48*	-0,10	-0,28	-0,25	0,18	0,59*	-0,01	-0,25
Fe e Al L <sub>n</sub>	-0,21	-0,09	0,11	-0,20	-0,06	0,01	0,24	-0,17	-0,21	0,12	0,10
Cicl. de Mn	0,14	0,74*	-0,32	0,12	0,25	-0,02	0,16	0,37	-0,08	0,22	-0,30
Fe e Al Fol.	0,40	0,25	-0,33	0,22	0,09	-0,16	0,21	0,24	-0,29	0,24	0,04
Cicl. de Ca	0,32	0,82*	-0,41	0,43*	0,10	-0,16	-0,19	0,47*	-0,02	0,28	-0,36
C e B	-0,07	0,34	-0,04	0,56*	-0,03	0,02	0,05	0,06	0,27	0,43*	-0,23
Cicl. de Mg	-0,00	0,38	-0,21	0,63*	0,09	-0,07	-0,40	0,13	0,41	0,31	-0,08
C L <sub>n</sub>	-0,12	0,26	0,02	0,11	-0,12	-0,01	-0,04	0,27	0,00	0,18	0,13

	Madeira	Copa	Proteína	Cicl. de K	Fe e Al L <sub>n</sub>	Cicl. de Mn	Fe e Al Fol.	Cicl. de Ca	C e B	Cicl. de Mg	C L <sub>n</sub>
Madeira		0,26	-0,10	0,41	0,14	-0,27	0,15	-0,21	0,42	0,32	-0,05
Copa	0,26		-0,29	0,53*	-0,05	0,43*	0,40	0,60*	0,54	0,46*	0,22
Proteína	-0,10	-0,29		-0,13	0,09	-0,17	-0,27	-0,24	-0,42	-0,14	0,41
Cicl. de K	0,41	0,53*	-0,13		-0,02	0,08	-0,01	0,29	0,47*	0,48*	-0,06
Cát. Ác. L <sub>n</sub>	0,14	-0,05	0,09	-0,02		-0,14	0,16	-0,01	0,12	-0,12	-0,11
Cicl. de Mn	-0,27	0,43*	-0,17	0,08	-0,14		0,24	0,71*	0,05	0,07	0,29
Cát. Ác. F	0,15	0,40	-0,27	-0,01	0,16	0,24		0,26	0,21	0,17	0,12
Cicl. de Ca	-0,21	0,60*	-0,24	0,29	-0,01	0,71*	0,26		0,20	0,22	0,15
C e B	0,42	0,54*	-0,42	0,47*	0,12	0,05	0,21	0,20		0,68*	0,13
Cicl. de Mg	0,32	0,46*	-0,14	0,48*	-0,12	0,07	0,17	0,22	0,68*		0,20
C L <sub>n</sub>	-0,05	0,22	0,41	-0,06	-0,11	0,29	0,12	0,15	0,13	0,20	

\* as correlações marcadas são significativas a  $p < 0,05$

TABELA 29 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS 22 FATORES CRIADOS PARA PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO (n=12)

	Areia fina	Bases 5-30	Carga Bip.	Bases 0-5	Na 0-30	K 10-30	P 10-30	pH 5-30	K 0-10	P 5-10	CN 0-30
Areia fina		0,35	0,03	0,08	-0,60*	0,51	0,35	0,43	-0,34	-0,27	-0,48
Bases 5-30	0,35		-0,09	-0,32	-0,28	0,40	0,34	0,11	-0,85*	-0,56	0,06
Carga Bip.	0,03	-0,09		-0,28	-0,13	-0,13	-0,25	-0,45	0,15	-0,06	-0,06
Bases 0-5	0,08	-0,32	-0,28		-0,19	0,44	0,43	-0,28	0,42	-0,28	-0,33
Na 0-30	-0,60*	-0,28	-0,13	-0,19		-0,51	0,14	-0,38	0,29	0,20	-0,26
K 10-30	0,51	0,40	-0,13	0,44	-0,51		0,53	0,09	-0,23	-0,71*	-0,28
P 10-30	0,35	0,34	-0,25	0,43	0,14	0,53		-0,34	-0,21	-0,75*	-0,66*
pH 5-30	0,43	0,11	-0,45	-0,28	-0,38	0,09	-0,34		-0,24	0,41	0,20
K 0-10	-0,34	-0,85*	0,15	0,42	0,29	-0,23	-0,21	-0,24		0,45	-0,26
P 5-10	-0,27	-0,56	-0,06	-0,28	0,20	-0,71*	-0,75*	0,41	0,45		0,26
CN 0-30	-0,48	0,06	-0,06	-0,33	-0,26	-0,28	-0,66*	0,20	-0,26	0,26	
Madeira	0,48	0,14	-0,43	0,19	0,03	0,31	0,39	0,22	-0,11	-0,09	-0,49
Copa	-0,24	-0,07	-0,09	-0,33	0,50	0,09	-0,03	0,14	0,10	0,03	-0,14
Proteína	-0,09	-0,53	-0,22	-0,16	0,24	-0,43	-0,25	0,27	0,20	0,55	0,11
Cicl. de K	0,17	-0,08	-0,26	-0,18	0,47	-0,29	0,17	0,21	0,13	0,20	-0,52
Fe e Al L <sub>n</sub>	0,20	0,15	-0,13	-0,19	-0,12	0,39	0,28	0,21	-0,40	-0,36	0,12
Cicl. de Mn	0,23	0,43	-0,15	0,56	-0,44	0,59*	0,52	-0,18	-0,20	-0,67*	-0,10
Fe e Al Fol.	-0,10	-0,08	-0,08	-0,25	0,18	-0,29	-0,13	0,24	0,31	0,32	-0,04
Cicl. de Ca	0,28	-0,26	-0,37	0,35	-0,07	-0,07	0,16	0,10	-0,04	0,09	-0,13
C e B	0,23	0,54	-0,47	0,35	-0,09	0,75*	0,65*	-0,01	-0,38	-0,64*	-0,26
Cicl. de Mg	-0,15	-0,12	-0,20	-0,60*	0,36	-0,55	-0,46	0,53	0,06	0,70*	0,15
C L <sub>n</sub>	0,18	0,31	-0,20	-0,02	0,05	0,20	0,08	0,27	-0,18	-0,11	-0,26

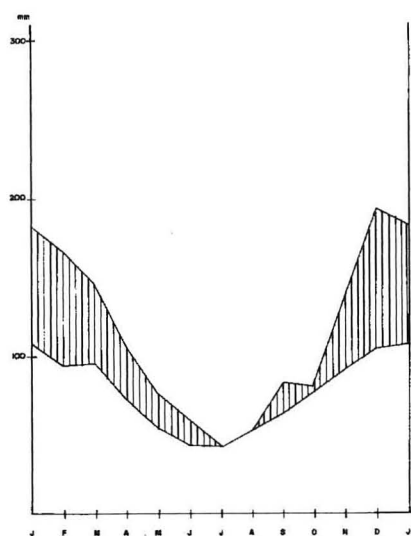
	Madeira	Copa	Proteí na	Cicl. de K	Fe e Al L <sub>n</sub>	Cicl. de Mn	Fe e Al Fol.	Cicl. de Ca	C e B	Cicl. de Mg	C L <sub>n</sub>
Madeira		0,21	0,17	0,51	0,10	-0,09	-0,06	0,64*	0,38	0,06	-0,03
Copa	0,21		-0,02	0,35	0,31	-0,36	0,25	-0,28	0,05	0,48	0,13
Proteína	0,17	-0,02		0,22	0,28	-0,75*	-0,10	0,55	-0,25	0,23	-0,28
Cicl. de K	0,51	0,35	0,22		-0,19	-0,29	0,50	0,25	-0,12	0,45	0,27
Cát. Ác. L <sub>n</sub>	0,10	0,31	0,28	-0,19		-0,08	-0,17	0,11	0,22	-0,06	-0,33
Cicl. de Mn	-0,09	-0,36	-0,75*	-0,29	-0,08		0,03	-0,19	0,44	-0,53	0,15
Cát. Ác. F	-0,06	0,25	-0,10	0,50	-0,17	0,03		-0,34	-0,42	0,59*	-0,11
Cicl. de Ca	0,64*	-0,28	0,55	0,25	0,11	-0,19	-0,34		0,03	-0,14	-0,30
C e B	0,38	0,05	-0,25	-0,12	0,22	0,44	-0,42	0,03		-0,50	0,43
Cicl. de Mg	0,06	0,48	0,23	0,45	-0,06	-0,53	0,59*	-0,14	-0,50		-0,01
C L <sub>n</sub>	-0,03	0,13	-0,28	0,27	-0,33	0,15	-0,11	-0,30	0,43	-0,01	

\* as correlações marcadas são significativas a  $p < 0,05$

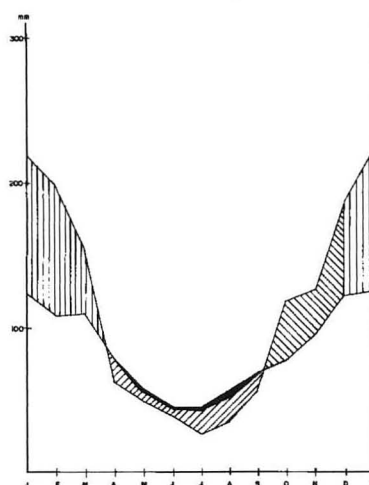


# GRÁFICO 1 - BALANÇO HÍDRICO DOS MUNICÍPIOS LOCALIZADOS NA R.A. 3

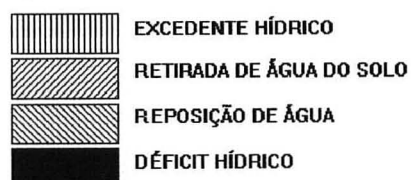
Paraibuna



São José dos Campos

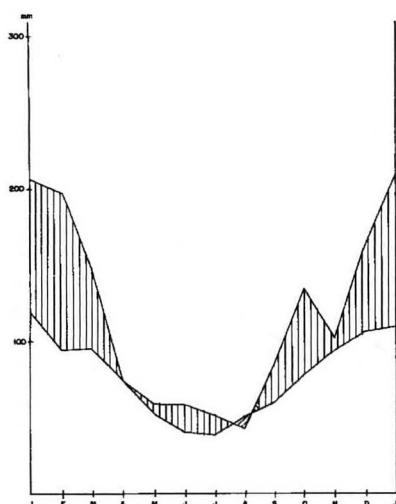


## Legenda

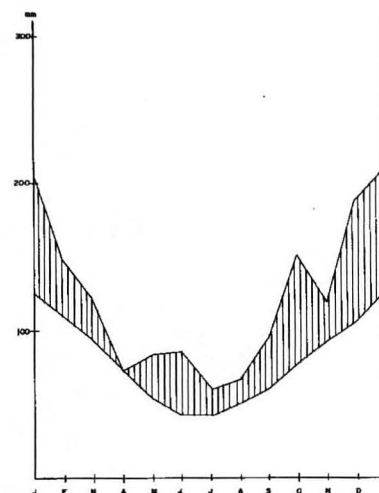


# GRÁFICO 2 - BALANÇO HÍDRICO DOS MUNICÍPIOS LOCALIZADOS NA R.A. 4

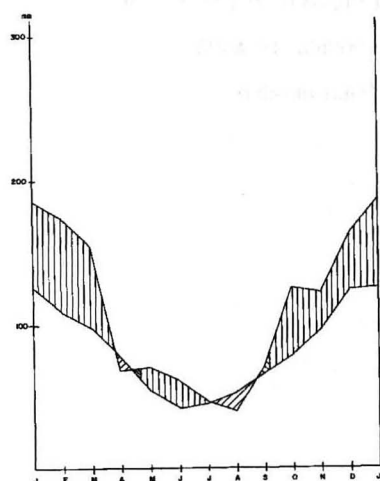
São Miguel Arcanjo



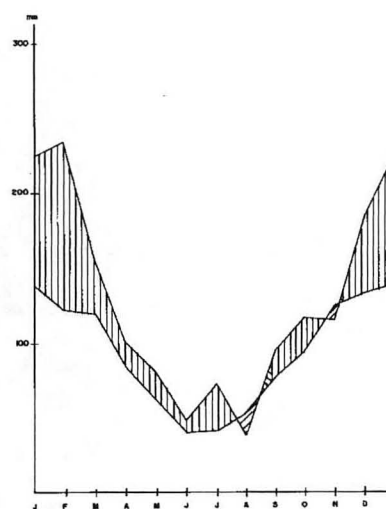
Itararé



Angatuba



Itatinga



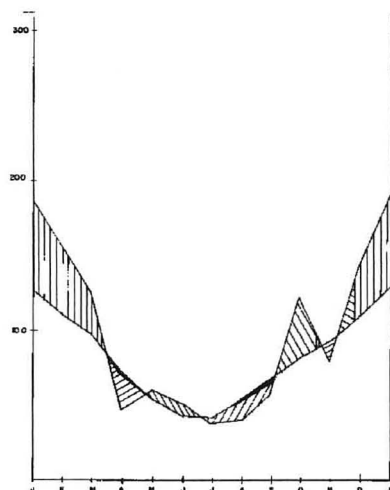
## Legenda

	EXCEDENTE HÍDRICO
	RETIRADA DE ÁGUA DO SOLO
	REPOSIÇÃO DE ÁGUA
	DÉFICIT HÍDRICO

continua

conclusão  
GRÁFICO 2 - BALANÇO HÍDRICO DOS MUNICÍPIOS LOCALIZADOS NA R.A. 4

Sarapuí

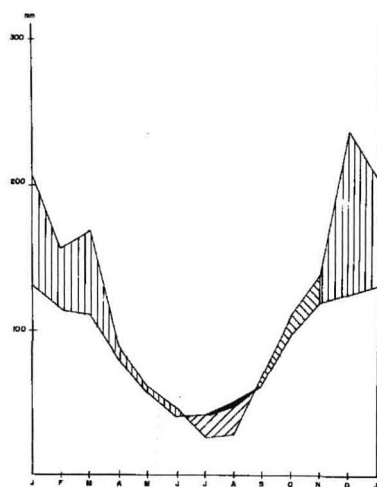


Legenda

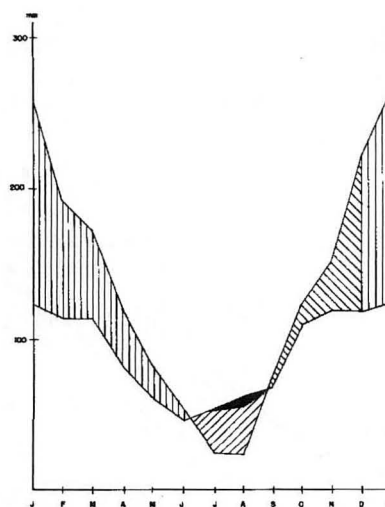
	EXCEDENTE HÍDRICO
	RETIRADA DE ÁGUA DO SOLO
	REPOSIÇÃO DE ÁGUA
	DÉFICIT HÍDRICO

GRÁFICO 3 - BALANÇO HÍDRICO DOS MUNICÍPIOS LOCALIZADOS NA R.A. 5

Mogi-Guaçu



Brotas

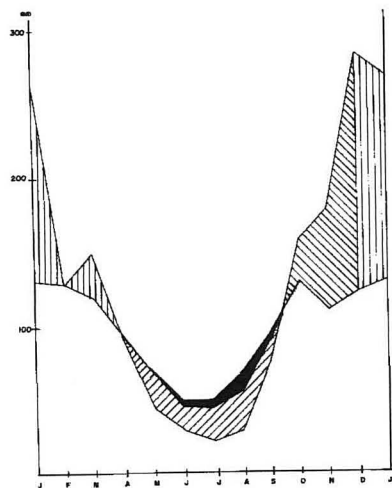


## Legenda

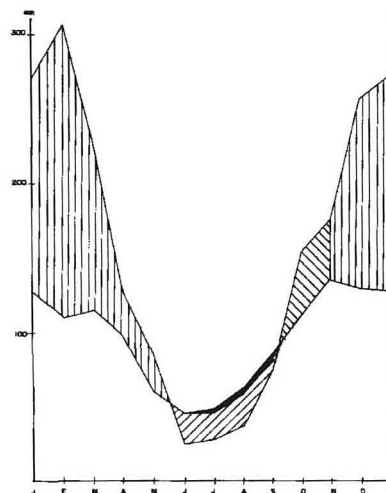
	EXCEDENTE HÍDRICO
	RETIRADA DE ÁGUA DO SOLO
	REPOSIÇÃO DE ÁGUA
	DÉFICIT HÍDRICO

GRÁFICO 4 - BALANÇO HÍDRICO DOS MUNICÍPIOS LOCALIZADOS NA R.A. 6

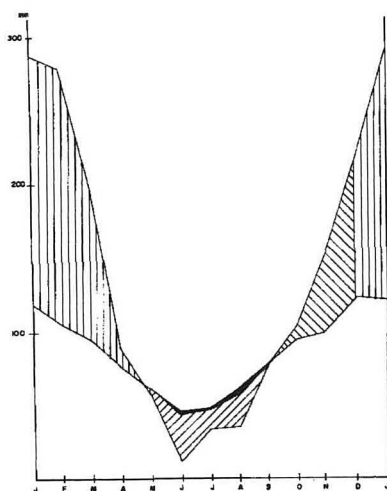
Altinópolis



Santa Rosa de Viterbo



São Simão



## Legenda

	EXCEDENTE HÍDRICO
	RETIRADA DE ÁGUA DO SOLO
	REPOSIÇÃO DE ÁGUA
	DÉFICIT HÍDRICO

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ADÁMOLI, J.; et al. Caracterização da região dos cerrados. In : GOEDERT, W.J. (Ed.) **Solos dos cerrados : tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo : Nobel, 1986. p. 33-74
- 2 ALEXANDER, M. **Introducción a la microbiología del suelo**. 3. ed. México : AGT Editor, 1980. 491 p.
- 3 ALVAREZ, V.H. **Avaliação da fertilidade do solo**. Viçosa : Universidade Federal de Viçosa, 1985. 75 p.
- 4 ANDERSON, C.A.; LADYGES, P.Y. A comparison of three populations of *Eucalyptus obliqua* L'Herit. growing on acid and calcareous soils ins Southern Victoria. **Aust. J. Bot.**, East Melbourne, v. 26, p. 93-109, 1978
- 5 ARNOLD, P.W.; et al. Boron in the soil. In : **BEHAVIOR: Function and significance of boron in agriculture**. Surrey : Borax Research, 1990. p. 1-6
- 6 BABEL, V. Gliederung und Beschreibung des Humusprofile in mittel europaisachen Waldern. **Geoderma**, Amsterdam, v. 5, p. 297-324, 1971
- 7 BARROS, N.F **Contribuição ao relacionamento de características pedológicas e topográficas com altura de E. alba na região de Santa Bárbara, MG**. Viçosa, 1974. 89 f. Dissertação, Universidade Federal de Viçosa.
- 8 BARROS, N.F; et al. Interpretação de análises químicas de solo para o crescimento de *Eucalyptus spp*. **Rev. Árv.**, Viçosa, v. 6, p. 38-44, 1982
- 9 BARROS, N.F; et al. Classificação nutricional de sítios florestais - descrição de uma metodologia. **Rev. Árv.**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 1112-120, 1986
- 10 BARROS, N.F; et al. Algumas relações solo-espécie de Eucalipto em suas condições naturais. In : BARROS, N.F.; NOVAIS, F.N. (Eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa : Editora Folha de Viçosa, 1990. p. 1-24
- 11 BARROS, N.F; et al. Fertilising eucalyptus plantations on the Brazilian Savannah soils. **S. Afr. For. J.**, Pretoria, n. 160, p. 7-12, 1992
- 12 BATAGLIA, O.C. Micronutrientes : disponibilidade e interações. In : ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA. XVII Reunião Brasileira de Fertilidade do solo (17. : 1988 : Londrina). **Anais ...** Londrina : EMBRAPA - IAPAR - SBCS, 1988. p. 103-120
- 13 BEADLE, N.C.W. Soil phosphate and the delimitation of plant communities in eastern Australia. II. **Ecology**, Tempe, v. 43, p. 281-288, 1962

- 14 BELLOTE, A.F.J. **Concentração, acumulação e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* (Hill, ex-Maiden) em função da idade.** Piracicaba, 1979. 129 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade de São Paulo.
- 15 BELLOTE, A.F.J. **Nährelementversorgung und Wuchsleistung von gedüngten *Eucalyptus grandis* - Plantagen im Cerrado von São Paulo (Brasilien).** Freiburg, 1990. 160 p. Tese (Doutorado) - Albert-Ludwigs-Universität.
- 16 BELLOTE, A.F.J; FERREIRA, C.A. Nutrientes minerais e crescimento de árvores adubadas de *Eucalyptus grandis*, na região do cerrado, no Estado de São Paulo. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 26/27, p. 17-28, 1993
- 17 BELLOTE, A.F.J; FERREIRA, C.A. Nutrientes minerales y crecimiento de árboles abonadas de *Eucalyptus grandis*, en el estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO IUFRO - MANEJO NUTRITIVO DE PLANTACIONES FORESTALES (I. : 1995: Valdivia). **Actas...** Valdivia : IUFRO, Universidad Austral de Chile, Bioforest SA, Colégio de Ingenieros Forestales A.G., Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo, 1995. p. 325-334
- 18 BELLOTE, A.F.J; et al. Efecto de la aplicación de ceniza de caldera y residuo de celulosa en el suelo y en el crecimiento de *Eucalyptus grandis*. In: SIMPÓSIO IUFRO - MANEJO NUTRITIVO DE PLANTACIONES FORESTALES (I. : 1995 : Valdivia). **Actas...** Valdivia : IUFRO, Universidad Austral de Chile, Bioforest SA, Colégio de Ingenieros Forestales A.G., Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo, 1995. p. 317-323
- 19 BELVER, A.; et al. Plant senescent in relation to boron. **Plant Physiol. Biochem.**, Paris, v. 26, n. 3, p. 383-388, 1988
- 20 BEVERLY, R.B. Modified DRIS Method for simplified nutrient diagnosis of "Valencia Oranges". **J. Plant Nutr.**, Madison, v. 10, n. 9/16, p. 1401- 1408, 1987
- 21 BINKLEY, D. **Forest nutrition management.** New York : John Wiley & Sons, 1986. 290 p.
- 22 BLAIR, J.M. Nutrient release from decomposing foliar litter of tree species with special reference to calcium, magnesium and potassium dynamics. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 110, n. 1, p. 49-55, 1988
- 23 BLOISE, R.M.; MOREIRA, G.N.C.; DYNIA, J.F. Métodos de análise de solos e calcários. **Boletim Técnico.** EMBRAPA/SNLCS, Rio de Janeiro, n. 55, p. 1-32, 1979
- 24 BORGES, E.N.; et al. Respostas de mudas de eucalipto a camadas compactadas de solo. **Rev. Árv.**, Viçosa, v. 10, n. 2, p. 181-195, 1986
- 25 BOWERSOX, T.W.; WARD, W.W. Prediction of oak site index in the ridge and valley region of Pennsylvania. **For. Sci.**, Bethesda, v.18, n. 3, p.192-195, 1972

- 26 BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1960. 634 p. (Boletim, n. 2)
- 27 BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro, 1983. v. 23
- 28 BRITEZ, R.M. **Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da planície litorânea da ilha do mel, Paranaguá, PR**. Curitiba, 1994. 239 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.
- 29 CAMBRAIA, J. Mecanismos de tolerância à toxidez de alumínio em plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FISILOGIA VEGETAL (2. : 1989: Piracicaba). **Anais ...** Piracicaba : Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 1989. p. 85-92
- 30 CARDENAS, A.C. **Exportação de nutrientes e produtividade de povoamentos de eucalipto no litoral norte do Espírito Santo**. Viçosa, 1987. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- 31 CARLYLE, J.C.; et al. Influence of chemical properties on nitrogen mineralization and nitrification in podzolized sands. Implications for forest management. **Aust. J. Soil Res.**, East Melbourne, v. 28, n. 6, p. 981-1000, 1990.
- 32 CASTRO, A.F. de; MENEGHELLI, N.A. As relações  $K^+ / (Ca^{++} + Mg^{++})^{1/2}$  e  $K^+ / (Ca^{++} + Mg^{++})$  no solo e as respostas a adubação potássica. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 24, n. 6, p. 751-760, 1989
- 33 CHANEY, R.L.; BROWN, J.C.; TIFFIN, L.O. Obligatory reduction of ferric chelates in iron uptake by soybeans. **Plant Physiol.**, Rockville, v.50, p. 208-213, 1972
- 34 CHAPIN, F.S.; KEDROWSKI, R.A. Seasonal changes in nitrogen and phosphorus fractions and autumn retranslocation in evergreen and deciduous taiga trees. **Ecology**, Tempe, v. 64, p. 376-391, 1983
- 35 CIESTERO, X.F.; FLORES, A.N. Aplicación de métodos estadísticos uni y multivariantes a estudios de contaminación. El caso de la Cubela de La Lagosta. **Boletín Geológico y Minero**, v. 102/105, p. 685-705, 1991
- 36 CLARKSON, D.T.; HANSON, J.B. The mineral nutrition of higher plants. **Ann. Rev. Physiol.**, Palo Alto, v. 31, p. 239-298, 1980
- 37 CORREIA, J.R. **Uso de técnicas multivariadas no estudo de interrelações de características do solo e da produtividade do eucalipto**. Viçosa, 1993. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.



- 38 COSTA, M.D.; et al. Biomassa microbiana e atividade biológica do solo decorrentes da decomposição de resíduos de eucalipto. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO - O SOLO NOS GRANDES DOMÍNIOS MORFOCLIMÁTICOS DO BRASIL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTADO (25. : 1995 : Viçosa). **Resumos expandidos...** Viçosa : SBCS, 1995. vol 1, p. 474-475
- 39 DAY, G.P.Jr. Litter decomposition rates in the seasonally flooded great dismal swamp. **Ecology**, Tempe, v. 63, n. 3, p. 670-678, 1982
- 40 DIEST, A. Factors affecting the availability of potassium in soil. In: POTASSIUM RESEARCH - REVIEW AND TRENDS (11. : 1978 : Switzerland). **Proceedings...** Switzerland : IPI, 1978. p. 75-97
- 41 DOW, A.I.; ROBERTS, S. Proposal : critical nutrient ranger for crop diagnosis. **Agron. J.**, Madison, v. 74, n. 2, p. 401-403, 1982
- 42 DRECHSEL, M.J.; ZECH, W. Foliar nutrient levels of broad-leaved tropical trees: a tabular review. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 131, n.1, p. 29-46, 1991
- 43 DUCHAUFOUR, P. Dynamics of organic matter in soils of temperate regions: its action on pedogenesis. **Geoderma**, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 31-40, 1976
- 44 DUGGER, W.M. Funcional aspects of Boron in plants. **Adv. Chem Ser.**, Washington, v. 123, p. 112-129, 1973
- 45 ELDRIDGE, K.; CROMER, R.N. Adaptation and physiology of *Eucalyptus* in relation to genetic improvement. In: SIMPÓSIO SOBRE SILVICULTURA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ESPÉCIES FORESTALES (1. : 1987 : Buenos Aires). **Trabajos invitados ...** Buenos Aires : CIEF, 1987. v. 1, p. 86-100
- 46 ELWANI, A.M.O.; GASCHO, G.J. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guides for sugarcane fertilization. **Agron. J.**, Madison, v. 76, p. 466-470, 1984
- 47 EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro : Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1979
- 48 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento; normas em uso pelo SNLCS**. Rio de Janeiro, 1988. 67 p.
- 49 FACELLI, J.M.; PICKETT, S.T.A. Plant litter: Its dynamics and effects on plant community structure. **Bot. Rev.**, Bronx, v. 57, n. 1, p. 1-32, 1991

- 50 FERREIRA, C.A. **Nutritional aspects of the management of Eucalyptus plantations on poor sandy soils of the brazilian cerrado region.** Michaelmas Term, 1989. 193 p. Tese (Doutorado) Oxford Forestry Institute, Department of Plant Sciences, Oxford University.
- 51 FERREIRA, C.A.; et al. Efecto de la aplicación de ceniza y residuos de celulosa en la decomposicion y liberacion de nutrientes de la hojarasca en plantaciones de *E. grandis*. In: SIMPÓSIO IUFRO - MANEJO NUTRITIVO DE PLANTACIONES FORESTALES (I. : 1995: Valdivia). **Actas...** Valdivia : IUFRO, Universidad Austral de Chile, Bioforest SA, Colégio de Ingenieros Forestales A.G., Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo, 1995. p. 335-339
- 52 FERREIRA, R.A. et al. Resposta do *Eucalyptus* a níveis de boro e umidade em dois latossolos: crescimento e níveis críticos no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO - CERRADOS: FRONTEIRA AGRÍCOLA DO SÉCULO XXI (24. : 1993: Goiania). **Resumos...** Goiania : SBCS, 1993. v. 2, p. 143-144
- 53 FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal I.** 2. ed. São Paulo : EPU, 1985. 362 p.
- 54 FIALA, K. Direkte bestimmung von Bor in Pflanzenmaterial nach der Kumunmethode. **Plant Soil**, Dordrecht, v.38, p. 473-76, 1973
- 55 FONSECA, S.; et al. Alterações em um latossolo sob eucalipto, mata natural e pastagem. II. Propriedades orgânicas e microbiológicas. **Rev. Árv.**, Viçosa, v. 17, n. 3, p. 289-302, 1993
- 56 FOY, C.D. Physiological effects of hydrogen, aluminum, and Manganese toxicitis in acid soil. In: ADAMS, F. (Ed.). 2nd. ed. **Soil acidity and liming.** Agronomy 12, p. 57-97, 1984
- 57 GALO, M.V. **Resposta do eucalipto à aplicação de potássio em solo do cerrado.** Viçosa, 1993. 40 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- 58 GOLLEY, F.B.; et al. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida.** São Paulo : EPU - EDUSP, 1978. 256 p.
- 59 GOLLEY, F.B.; et al. Biochemistry of tropical forests. 1. The frequency distribution and mean concentration os selected elements in a forest near manaus, Brazil. **Trop. Ecol.**, Varanasi, v. 21, n. 1, p. 59-70, 1980
- 60 GOMES, F.P. A amostragem ótima em inventário florestal. **IPEF**, Piracicaba, v. 38, p. 17-22, 1988
- 61 GÖMÖRYOVÁ, E.; GÖMÖRY, D. Relationships between environmental factors and height growth and yield of Norway spruce stands : a factor-analytic approach. **Forestry**, Oxford, v. 68, n. 2, p. 145, 152, 1995

- 62 GONÇALVES, J.L. de M.; DEMATÊ, J.L.I.; COUTO, H.T.Z. do. Relações entre a produtividade de sítios florestais de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* com as propriedades de alguns solos de textura arenosa e média no Estado de São Paulo. **IPEF**, Piracicaba, v. 43/44, p. 24-39, 1990
- 63 GREZ, R.; GERDING, V. Cenizas de calderas dendroenergeticas, aserrin y corteza: desechos reciclables de la industria forestal para el mejoramiento del suelo. In: SIMPÓSIO IUFRO - MANEJO NUTRITIVO DE PLANTACIONES FORESTALES (I. : 1995 : Valdivia). **Actas...** Valdivia : IUFRO, Universidad Austral de Chile, Bioforest SA, Colégio de Ingenieros Forestales A.G., Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo, 1995. p. 341-359
- 64 GRIME, J.P.; HODGSON, J.G. An investigation of the ecological significance of lime-chlorosis by means of large-scale comparative experiments. In: RORISON, I.H. (Ed.). **Ecological aspects of the mineral nutrition of plants**. Oxford : Blackwell Scientific, 1968. p. 67-99
- 65 GUERRRINI, I.A. **Recuperação do nitrogênio do sulfato de amônio (<sup>15</sup>N) pelo *Eucalyptus grandis* (Hill ex-Maiden), em função do modo de aplicação e do tipo de solo**. Piracicaba, 1990. 194 f. Tese (Dourado em Agronomia Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade de São Paulo.
- 66 GUPTA, V.C. Boron nutrition of crops. **Adv. Agron.**, San Diego, v. 31, p. 273-307, 1979
- 67 HAAG, H.P.; et al. Composição química de *E. alba* Reinw e *E. grandis* Hill (Mill) Maiden. **Fertilité**, Paris, n. 18, p. 9-14, 1961
- 68 HAAG, H.P.; et al. Análise foliar de cinco espécies de *Eucalyptus*. **IPEF**, Piracicaba, v. 13, p. 99-116, 1976
- 69 HAAG, H.P. (Coord.). **Nutrição mineral de *Eucalyptus*, *Pinus* e *Gmelina* no Brasil**. Campinas : Fundação Cargil, 1983. 202 p.
- 70 HALLMARK, W.B.; et al. Separating limiting from non-limiting nutrients. **J. Plant Nutr.**, v. 10, n. 9-16, p. 1381-1390, 1987
- 71 HARIDASAN, M. Accumulation of nutrients by eucalyptus seedlings from acidic and calcareous soils of the cerrado regions of Central Brazil. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 86, n. 1, p. 35-45, 1985
- 72 HARMON, M. E.; et al. Leaf litter decomposition in Picea / Tsuga forests of Olympic National Park, Washington, USA. **For. Ecol. Manage.**, Amsterdam, v.31, n. 1/2, p. 55-66, 1990
- 73 HARRISON, A.F.; HARKNESS, D.D. Potential for estimating carbon fluxes in forest soils using C<sup>14</sup> techniques. **N.Z.J.F.Sci.**, Rotorua, v. 23, n. 3, p. 367-379, 1993

- 74 HERBERT, M.A.; SCHÖNAU, A.P.G. Fertilising commercial forest species in Southern Africa: Research progress and problems (Part I). **S. Afr. For. J.**, Pretoria, v. 151, p. 58-70, 1989
- 75 HERBERT, M.A.; SCHÖNAU, A.P.G. Fertilising commercial forest species in Southern Africa: Research progress and problems (Part II). **S. Afr. For. J.**, Pretoria, v. 152, p. 34-42, 1990
- 76 HILDEBRAND, C.; et al. **Manual de análise química de solos e plantas**. Curitiba : UFPR, 1976/77, 224 p. (mim.)
- 77 HILL, J. The remobilization of nutrients from leaves. **J. Plant Nutr.**, Madison, v. 2, n. 4, p. 407-444, 1980
- 78 INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa geológico do Estado de São Paulo** : escala 1: 500.000. São Paulo, 1981. v. 1, 126 p. (Monografias ; 6)
- 79 JESUS, R.M.; VITAL, B.R. Comparação entre densidades de matrizes e de clones de *Eucalyptus grandis*. **Rev. Árv.**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 82-90, 1986
- 80 JOHNSON, D.W. Carbon in forest soils-research needs. **N.Z.J.F.Sci.**, Rotorua, v. 23, n. 3, p. 354-366, 1993
- 81 JOOSEE, E.N.G.; VLIET, L.H. van. Iron, manganese and zinc inputs in soil and litter near a blastfurnace plant and the effects on respiration of woodlice. **Pedobiologia**, Jena, v. 26, n. 4, p. 249-255, 1984
- 82 KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 2nd. ed. Boca Raton : CRC Press, 1992. p. 58-87
- 83 KAUL, O.N.; SRIVASTANA, P.B.L.; TALDON, V.N. Nutrition studies on *Eucalyptus*. III. Diagnosis of mineral deficiencies in *Eucalyptus grandis* seedlings. **Indian. For.**, Dehra Dun, v. 94, n. 11, p. 831-34, 1968
- 84 KENDAL, M. **Multivariate analysis**. London : Charles Griffin, 1980
- 85 KLINGE, H.; et al. Foliar nutrient levels of native tree species from Central Amazonia. I. Inundation forests. **Amazoniana**, Holtenauer, v. 8, n. 1, p. 19-45, 1983
- 86 KOLEK, J.; HOLOBRADÁ, M. Ion uptake and transp. p. 204-283. In: KOLEK, J.; KOZINKA, V. (Eds.). **Physiology of the plant root system**. Dordrecht : Kluwer, 1992. 361 p.
- 87 KONONOVA, M.M. **Materia orgánica del suelo**. Barcelona : Oikos-tau, 1982. 365 p.

- 88 LAAR, A. Multivariate analysis: a way to better understanding of complexity. **S. Afr. For. J.**, Pretoria, n. 141, p. 34-40, 1987
- 89 LACEY, C.J.; LEAF, A.L.; TALLI, A.R. Growth and nutrient uptake by flooded gum seedlings subjecte to various phosphorus suplies. **Aust. For.**, Queen Vitoria, v. 30, n. 3, p. 212-222, 1966
- 90 LADYGES, P.Y. Differential susceptibility of two populations of *Eucalyptus viminalis* Labill. to iron chlorosis. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 40, n. 3, p. 581-597, 1977
- 91 LAGATU, H.; MAUME, L. Le diagnostic foliare de la pome de terre. **Ann. Ecol. Nat. Agric.**, Montpellier, v. 22, p. 50-158, 1934
- 92 LAMB, D. Variations in the foliar concentrations of macro and micro elements in a fast-growing tropical eucalypt. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 45, n. 2, p. 477 - 492, 1976
- 93 LAMBERT, M.J.; TURNER, J. Soil nutrient-vegetation relationships in the Eden area, N.S.W. **Aust. For.**, Queen Vitoria, v. 46, n. 3, p. 200-209, 1983
- 94 LANKOWSKI, R.; NIKILINSKA, M.; MARVANSKI, M. The dynamics of chemical elements in forest litter. **Ecology**, Tempe, v 76, n. 5, p. 1393-1406, 1995
- 95 LEAL, P.G.L; et al. Produção de biomassa e absorção de nutrientes em *Eucalyptus grandis* influenciadas pela aplicação de fosfato natural em solos de cerrado. **Rev. Árv.**, Viçosa, v. 12, n. 2, p. 165-182, 1988
- 96 LEPSCH, I.F. Influência do cultivo de *Eucalyptus* e *Pinus* nas propriedades químicas do solo sob cerrado. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 4, n. 2, p. 103-107, 1980
- 97 LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba : USP/ESALQ, 1986. 242 p.
- 98 LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. São Paulo : EDUSP, 1993. 299 p.
- 99 LINDSAY, W.L. Inorganic phase equilibria of micronutrients in soils. In : MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. (Eds.) **Micronutrients in agriculture**. Madison : Soil Science Society of America, 1972. p. 41-47
- 100 LINDSAY, W.L. Soil and plant relationships associated with iron deficiency with emphasis of nutrient interactions. **J. Plant Nutr.**, Madison, v. 7, n. 1/5, p. 489-500, 1984
- 101 MALAVOLTA, E. Potássio, magnésio e enxofre nos solos e culturas brasileiras. **Bol. Téc.**, Instituto da Potassa & Fosfato, Piracicaba, n. 4, p 1 - 92, 1979

- 102 MARSCHNER, H., RÖMHELD, B.; KISSEL, M. Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron. **J. Plant Nutr.**, Madison, v. 9, n. 3/7, p. 695-713, 1986
- 103 MARSCHNER, H. Mecanismos of adaptation of plants to acid soils. In: WRIGHT, R.J.; BALIGAR, V.C.; MURRMANN, R.P. (Eds.). **Plant - soil interactions a low pH. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT-SOIL INTERACTIONS AT LOW pH.** (2. : 1990 : Beckley). **Proceedings...** Beckley : Kluwer, 1990. p. 683-702
- 104 MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** London : Academic Press, 1993. 674 p.
- 105 MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2nd. ed. London : Academic Press, 1995. 889 p.
- 106 MARTIN, A.E.; REEVE, R. Chemical studies of podzolic illuvial horizons. III. Titration curves of organic-matter suspensions. **J. Soil Sci.**, Oxford, v. 9, n. 1, p. 89, 1958
- 107 McCOOL, J.G. Soil-plant relationships in a *Eucalyptus* forest on the south coast of new south wales. **Ecology**, Tempe, v. 50, n. 3, p. 354-360, 1969
- 108 MEAD, D.J. Diagnosis of nutrient deficiencies in plantations. In: BOWEN, G.D.; NAMBIAR, E.K.S.(Eds.) **Nutrition of plantation forests.** London : Academic Press, 1989. 516 p.
- 109 MEDEIROS, R.A.; HARIDASAN, M. Seasonal variations in the foliar concentrations of nutrients in some aluminium accumulating and nonaccumulating species of the cerrado region of central Brazil. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 88, n. 3 , p. 433-436, 1985
- 110 MELO, V.F. **Relação entre a reserva mineral dos solos e a produção de nutrientes em povoamentos puros de *Eucalyptus saligna* Smith no Rio Grande do Sul.** Viçosa, 1994. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- 111 MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition.** 4th. ed. Bern : IPI, 1987. 686 p.
- 112 MERILLO, J.M.; ABER, J.D.; MURATONE, J.F. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. **Ecology**, Tempe, v. 63, n. 3, p. 621-626, 1982
- 113 MILLER, H.G. ; MILLER, J.D.; LOOPER, J.M. Optimun foliar nitrogen concentration in pine and its change with stand age. **Can. J. For. Res.**, v. 11, n. 3, p. 563-572, 1981

- 114 MILLER, H.G. Forest fertilization: some guiding concepts. *Forestry*, Oxford, v. 54, n. 2, p. 157-167, 1981.
- 115 MILLER, H.G. Dynamics of nutrient cycling in plantation ecosystems. In: BOWEN, G.D.; NAMBIAR, E.K.S.(Eds.) **Nutrition of plantation forests**. London : Academic Press, 1989. p. 53-78
- 116 MORO, L. **Utilização da “cinza” de biomassa florestal como fonte de nutrientes em povoamentos puros de *Eucalyptus grandis***. Piracicaba, 1994, 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo.
- 117 MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. **Micronutrientes en agricultura. México** : AGT, 1983. 742 p.
- 118 MOTA, F.S. da. **Meteorologia agrícola**. 7. ed. Pelotas : Nobel, 1987. p. 285-294
- 119 MULLETTE, K.F.; HANNON, N.F.; ELLIOTT, A.G.L. Insoluble phosphorus usage by *Eucalyptus*. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 41, n. 1, p. 199-205, 1974
- 120 MULLETTE, K.F. Stimulation of growth in *Eucalyptus* due to aluminium. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 42, n. 2, p. 495-499, 1975
- 121 MUNEVAR, F.; WOLLUM, A.G. Effects of the addition of phosphorus and inorganic nitrogen on carbon an nitrogen mineralization in Adepts from Colombia. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, v. 41, n. 1/3, p. 540-545, 1977
- 122 MUNSELL color charts for plant tissues. Baltimore : Munsell Color, [s.d.]
- 123 NEUFELDT, H. **Wachstumsfaktoren and einer *Eucalyptus viminalis* aufforstung in Paraná-Brasilien**. Bayreuth, 1992. 100 p. Diplomarbeit - Lehrstuhl für Bedunkunde, Universität Bayreuth.
- 124 NOVAIS, R.F.; REGO, A.K.; GOMES, J.M. Nível crítico de potássio no solo e na planta para o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden e de mudas de *Eucalyptus clöeziana* F. Muell. **Rev. Árv.**, Viçosa, v. 4, n. 1, p. 14-23, 1980
- 125 NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Interpretação de análise química de solo para o crescimento e desenvolvimento de *Eucalyptus spp* - níveis críticos de implantação e manutenção. **Rev. Árv.**, Viçosa, v. 10, p. 105-111, 1986
- 126 OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. **Classes gerais de solos do Brasil**. 2. ed. Jaboticabal : FUNEP, 1992. 201 p.
- 127 OLIVEIRA, J.B.; PRADO, H. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de São Carlos**. Campinas : Instituto Agrônômico, 1984. 188 p. (Boletim Técnico 98)

- 128 OLSEN, S.R. Micronutrient interactions. In : MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. (Eds.) **Micronutrients in agriculture**. Madison : Soil Science Society of America, 1972. p. 243-264
- 129 PARKS, W.L.; WHITE, J.L. Boron retention by clay and humus systems saturated with various cations. **Soil Sci. Soc. Proc.**, Madison, v. 16, n. 4, p. 298-300, 1952
- 130 PAVAN, M.A.; et al. **Manual de análise química de solo**. Londrina : IAPAR, 1991
- 131 PEREIRA, J.S.M. Algumas notas sobre o impacto ambiental do eucalipto. In: COLÓQUIO EUCALIPTO, ECONOMIA E TERRITÓRIO (1. : 1990 : Oeiras). **Anais ...** Oeiras : Sociedade Portuguesa de Estudos Rurais, 1990. 6 p.
- 132 POHLMAN, A.A.; McCOLL, J.G. Soluble organics from forest litter and their role in metal dissolution. . **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, v. 52, n. 1, p. 265-271, 1988
- 133 POLGLASE, P.J.; JOKELA, E.J.; COMERFORD, N.B. Nitrogen and phosphorus release from decomposing needles of Southern Pine Plantations. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, v. 56, n. 3, p. 914-920, 1992
- 134 PRATA, F.; HIKISHIMA, M.; SANTOS FILHO, A. Influência da matéria orgânica na capacidade de troca de cátions em solos do Estado do Paraná. In : EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPR (3. : 1995 : Curitiba). **Anais...** Curitiba : PRPPG/UFPR, 1995. p. 152
- 135 PRITCHETT, W.L.; FISHER, R.F. **Properties and management of forest soils**. 2nd. ed. New York : J. Willey, 1987. 494 p.
- 136 PUENTE, S. de la; BELDA, R.M. Nutrient interaction in leaves, shoots, and ears in wheat at flowering. **J. Plant Nutr.**, Madison, v. 17, n. 9, p. 1519-1533, 1994
- 137 RAIJ, B. van. A capacidade de troca de cátions das frações orgânica e mineral dos solos. **Bragantia**, Campinas, v. 28, n. 8, p. 85-112, 1969
- 138 RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. **Bol. Téc. Inst. Agron.**, Campinas, n. 81, p. 1-31, 1983
- 139 RAISON, R.J.; et al. Effects os water availability and fertilization on nitrogen cycling in a stand of *Pinus radiata*. **For. Ecol. Manage.**, Amsterdam, v. 30, n. 1/4, p. 31-43, 1990
- 140 RECOMENDAÇÕES de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 3. ed. Passo Fundo : SBCS - Núcleo Regional Sul, 1994. 224 p.



- 141 REIS, G.G.; REIS, M.G.F. Competição por luz, água e nutrientes em povoamentos florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISAS FLORESTAIS (1. : 1993 : Belo Horizonte) **Anais...** Belo Horizonte : SIF/Depto. de Engenharia Florestal/UFV, 1993. p. 161-172
- 142 RESENDE, M.; et al. **Pedologia: base para distinção de ambientes.** Viçosa : NEPUT, 1995. 304 p.
- 143 RODRIGUES, L.C.; VASTANO, Jr. B.; SILVA, A.P. Manejo e melhoramento de florestas de *Eucalyptus* em areias quartzosas na região nordeste do estado de São Paulo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO. (5. : 1986: Pernambuco). **Anais...** Pernambuco : SBS, 1986. p. 104-110
- 144 ROMERO, L. A new statistical approach for the interpretation of nutrient interrelationships. II. Copper deficiency. **J. Plant Nutr.**, Madison, v. 10, n. 9/16, p. 2077-2087, 1987
- 145 RUSTAD, L.E.; CRONAN, C.S. Cycling of aluminium and nutrients in litterfall of a red spruce (*Picea rubens* Sarg.) stand in Maine. **Can. J. For. Res.**, Ottawa, v. 19, n. 1, p. 18-23, 1989
- 146 SADZAWKA R., A.; et al. Características químicas de suelos forestales chilenos. In: SIMPÓSIO IUFRO - MANEJO NUTRITIVO DE PLANTACIONES FORESTALES. (1. : 1995 : Valdivia). **Actas ...** Valdivia : IUFRO, Universidad Austral de Chile, Bioforest SA, Colégio de Ingenieros Forestales A.G., Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo, 1995. p. 17-38
- 147 SALINAS, J.G.; SANCHEZ, P.A. Soil-plant relationships affecting varietal and species differences in tolerance to low available soil phosphorus. **Ciênc. Cult.**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 136-168, 1976
- 148 SANCHEZ, P.A.; SALINAS, J.G. Low - input technology for managing oxisols and ultisols in tropical america. **Adv. Agron.**, San Diego, v. 34, p. 279-406, 1981
- 149 SANTANA, R.C. **Crescimento e eficiência nutricional de procedências de E. grandis e E. saligna em sítios do estado de São Paulo.** Viçosa, 1994. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa.
- 150 SANTOS FILHO, A. Capacidade de troca de cátions das frações orgânica e mineral em solos do Estado do Paraná. **Rev. Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 7, n. 1/2, p. 43-46, 1985
- 151 SANTOS, J.A.G.; et al. Efeito da aplicação de cinza, oriunda de biomassa vegetal e calcário na disponibilidade de Fe, Zn, Mn em um solo podzólico amarelo cultivado com Eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO - O SOLO NOS GRANDES DOMÍNIOS MORFOCLIMÁTICOS DO BRASIL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTADO (25. : 1995: Viçosa). **Resumos expandi-**

dos.... Viçosa : SBCS, 1995. vol 2, p. 887-889

- 152 SÃO PAULO. Secretaria do Estado de São Paulo. Instituto Florestal do Estado de São Paulo. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo**. São Paulo : Instituto Florestal, 1993. 199 p.
- 153 SCHIMEL, D.S.; PARTON, W.J. Microclimatic controls of nitrogen mineralization and nitrification in shortgrass steppe soils. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 93, n. 3, p. 347-357, 1986
- 154 SCHNITZER, M.; HANSEN, E.H. Organo-metalic interações in soils. 8. An evaluation of methods for the determination of stability constants of metal-fulvic acid complexes. **Soil Sci.**, Baltimore, v. 109, n. 6, p. 333-340, 1970
- 155 SCHUTZ, C.J.; VILLIERS, J.M. Foliar diagnosis and fertiliser prescription in forestry - the DRIS system and its potential. **S. Afr. For. J.**, Pretoria, v. 41, p. 6-12, 1987
- 156 SENESI, N.; SPOSITO, G.; BRADFORD, G.R. Iron, copper, and manganese complexation by forest leaf litter. **Forest Sci.**, Bethesda, v. 35, n. 4, p. 1040-1057, 1989
- 157 SHONÄU, A. P.G. Seasonal changes in foliar nutrient content of *E. grandis*. **S. Afr. For. J.**, Pretoria, n. 119, p. 1/4, 1981
- 158 SHONÄU, A. P.G; HERBERT, M.A. Relationship between growth rate and foliar concentration of nitrogen, phosphorus and potassium for *Eucalyptus grandis*. **S. Afr. For. J.**, Pretoria, n. 120, p. 19-23, 1981
- 159 SILVA, H.D. Biomassa e aspectos nutricionais de cinco espécies do gênero *Eucalyptus*, plantadas em solo de baixa fertilidade. Piracicaba, 1983. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade de São Paulo.
- 160 SILVA, H.D.; et al. Nutrientes minerais e a seca do *Eucalyptus viminalis* Labill. In : CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (1. : 1993 : Curitiba). **Anais ...** Curitiba : SBS/SBEF, 1993. v. 1, p. 231-234
- 161 SILVEIRA, R.L.V.A.; et al. Levantamento nutricional de florestas de *Eucalyptus grandis* da região de Itatinga- SP. I Macronutrientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO - O SOLO NOS GRANDES DOMÍNIOS MORFOCLIMÁTICOS DO BRASIL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTADO (25. : 1995: Viçosa). **Resumos expandidos ....** Viçosa : SBCS, 1995a. vol 2, p. 896-898
- 162 SILVEIRA, R.L.V.A.; et al. Levantamento nutricional de florestas de *Eucalyptus grandis* da região de Itatinga- SP. II Micronutrientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO - O SOLO NOS GRANDES DOMÍNIOS MORFOCLIMÁTICOS DO BRASIL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTADO (25. : 1995: Viçosa). **Resumos expandidos ....** Viçosa : SBCS, 1995b. vol 2, p.

899-901

- 163 SOULTANPOUR, P.N. Effect of nitrogen, phosphorus, and zinc placement on yield and composition of potatoes. **Agron. J.**, Madison, v. 61, n. 2, p. 288-289, 1969
- 164 SMITH, O.L. **Soil microbiology: a model of decomposition and nutrient cycling**. Boca Raton : CRC Press, 1982. 273 p.
- 165 SMITH, R.B.; WARING, R.H.; PERRY, D.A. Interpreting foliar analyses from Douglas-fir as weight per unit of leaf area. **Can. J. For.Res.**, Ottawa, v. 11, p. 593-598, 1981
- 166 SPURR, S.H.; BARNES, B.V. **Ecologia florestal**. 3. ed. México : AGT, 1982. 690 p.
- 167 STAPE, J.L.; ZANI FILHO, J. Aumento da produtividade do *E. grandis*, em areias quartzosas, através da fertilização de manutenção. In : CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (6. : 1990: Campos do Jordão :). **Anais ... Campos do Jordão : SBS/SBEF**, 1990. v. 3, p. 386-390
- 168 STEVENSON, F.J. **Humus chemistry : genesis, composition, reaction**. New York : J. Willey, 1982. p. 3-111
- 169 STEWART, H.T.L.; et al Diagnosis and correction of iron deficiency in planted Eucalyptus in North-west Victoria. **Aust. For. Res.**, East Melbourne, v. 11, n. 2, p. 185-190, 1981
- 170 SUMNER, M.E. Interpretation of foliar analyses for diagnostic purposes. **Agron. J.**, Madison, v. 71, n. 2, p. 343-348, 1979
- 171 TAM, S. C.; SPOSITO, G.; SENESI, N. Spectroscopic and chemical evidence across a pine litter layer. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, v. 55, p. 1320-1325, 1991
- 172 TANNER, E.V.J. Four montane rain forests of Jamaica, a quantitative characterization to the floristics, the soils and the foliar levels, and a discussion of the interrelations. **J. Ecol.**, Oxford, v. 65, p. 883-918, 1977
- 173 TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre : Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 188 p. (mim.)
- 174 TEIXEIRA, J.L.; et al. Biomassa e conteúdo de nutrientes de duas espécies de eucalipto em diferentes ambientes do médio Rio Doce. **Rev. Árv.**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 34-50, 1989
- 176 TIFFIN, L.O. Translocation of micronutrients in plants. In : MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. (Eds.) **Micronutrients in agriculture**. Madison : Soil Science Society of America, 1972. p. 199-299

- 177 TISDALE, S.L.; et al. **Soil fertility and fertilizers**. 5th. ed. New York : Macmillan, 1993. 634 p.
- 178 TURNER, J.; KELLY, J. Relationships between soil nutrients and vegetation in a North Coast Forest, New South Wales. **Aust. For. Res.**, East Melbourne, v. 11, p. 201-208, 1981
- 179 TURVEY, N.D.; SMETHURST, P.J. Nutrient concentrations in foliage, litter and soil in relation to wood production of 7 - to 15-year-old *Pinus radiata* in Victoria, Australia. **Aust. For.**, East Melbourne, v. 57, n. 4, p. 157-166, 1994
- 180 USHERWOOD, N.R. Interações do Potássio com outros íons. In : SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA (1. : 1982 : Piracicaba). **Anais ...** Piracicaba : Instituto de Potassa & Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, 1982. p.227-247
- 181 VALE, F.R.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. Influência do alumínio sobre a absorção de nitrogênio e fósforo por mudas de eucalipto. **Rev. Árv.**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 90-94, 1982
- 182 VALERI, S.V.; AGUIAR, I.B. de; CORRADINI, L. Composição química foliar e crescimento volumétrico de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden cultivado em areia quartzosa, em resposta a aplicação de fósforo e calcário dolomítico. **IPEF**, Piracicaba, v. 46, p. 63-75, 1993
- 183 VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro : IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.
- 184 VERDADE, F. C. Influência da matéria orgânica na capacidade de troca de cátions do solo. **Bragantia**, Campinas, v. 15, p. 35-42, 1956
- 185 VETTORAZZO, S.C. **Efeito de fatores do solo e de genótipos no crescimento, nutrição e atividade da fosfatase ácida em clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**. Piracicaba, 1989. 115 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade de São Paulo.
- 186 VETTORAZZO, S.C.; POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M.V. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folheto de três espécies de *Eucalyptus*. In : CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (1. : 1993 : Curitiba). **Anais ...** Curitiba, SBS/SBEF, 1993. v. 1, p. 231-234
- 187 VOIGT, G.K.; RICHARDS, B.N.; MANNION, E.C. Nutrient utilization by young Pitch Pine. **Soil Sci. Soc. Proc.**, Madison, v. 28, n. 5, p. 707-709, 1964
- 188 WALLACE, T. **The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms**. 3rd. ed. London : Her Majesty's Stationery Office, 1961. 125 p.

- 189 WARD, S.C.; et al. Responses to factorial combinations of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers by saplings of *Eucalyptus saligna* Sm., and the prediction of the responses by DRIS indices. **Aust. For. Res.**, East Melbourne, v. 15, n. 1, p. 27-32, 1985
- 190 WARING, R.H.; SCHLESINGER, W.H. **Forest ecosystems : concepts and management**. Orlando : Academic Press, 1985. 338 p.
- 191 WINTERHALDER, E.K. Differential resistance of two eucalyptus species to toxic soil manganese levels. **Aust. J. Sci.**, East Melbourne, v. 25, p. 363-364, 1963